

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный институт

Кафедра «Инженерные системы зданий и сооружений»

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий кафедрой ИСЗиС

_____ Сакаш Г.В.
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2018 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01.06 «Водоснабжение и водоотведение»

Водоснабжение города из реки Енисей

Пояснительная записка

Руководитель

подпись, дата

доцент, доктор.тех.наук. Г.В. Сакаш
должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

А.О. Богданов
инициалы, фамилия

Красноярск 2018

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Водоснабжение города из реки Енисей» содержит 74 страниц текстового документа, 16 используемых источников, 4 листа графического материала, 19 страниц приложений.

НАСЕЛЕННЫЙ ПУНКТ, ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СЕТИ, РАСЧЕТ ВОДОЗАБОРНЫХ СООРУЖЕНИЙ, НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ, ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ.

Объект проектирования – населенный пункт численностью 70000 в масштабе 1:5000.

Выпускная квалификационная работа состоит из двух разделов.

В разделе «Водоснабжение города из реки Енисей» произведен расчет необходимых расходов воды; гидравлический расчет сети, расчет водозаборных сооружений, насосных станций, подбор установки обеззараживания воды.

В разделе «Технология и организация строительства трубопровода»:

- разработана прокладка участка трубопровода водопроводной сети от узла 1 до узла 3 диаметром 400 мм, длиной 1425 м.
- определены объемы земляных работ, выполняемых механизированным и ручным способами.
- на основании исходных и рассчитанных параметров сделан предварительный выбор комплекта необходимых машин, механизмов и оборудования.
- составлен календарный план производства работ и график передвижения рабочей силы при строительстве данного участка трубопровода.

Все расчёты, представленные в выпускной квалификационной работе, выполнены с учётом действующих нормативных документов и справочной литературы.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Определение расчетных расходов воды. Гидравлический расчет водопроводной сети.....	6
1.1 Общие сведения об объекте водоснабжения.....	6
1.2 Характеристика промышленного предприятия.....	6
1.3 Определение расчетных расходов воды.....	6
1.3.1 Расход воды на хозяйственно – питьевые нужды населения...	7
1.3.2 Расход воды на нужды промышленных предприятий.....	8
1.3.3 Расходы воды на коммунальные нужды города.....	10
1.3.4 Расходы воды на пожаротушение.....	10
1.3.5 Расход воды на нужды местной промышленности.....	10
1.4 Режим водопотребления в течение суток.....	10
1.5 Гидравлический расчет водопроводной сети.....	12
1.5.1 Расчетная схема отдачи воды потребителю.....	12
1.5.2 Гидравлический расчет сети.....	13
2 Расчет водозаборных сооружений и их проектирование.....	16
2.1 Исходные данные	16
2.2 Определение производительности водозабора	16
2.3 Расчетные параметры водозаборного сооружения	18
2.3.1 Расчет водоприемного отверстия	18
2.3.2 Расчет сороудерживающих сеток	19
2.4 Расчет самотечных водоводов	19
2.5 Расчет уровней воды в береговом колодце	20
2.5.1 Неразмываемость дна	21
3. Расчет насосной станции	22
3.1 Расчет оси насоса	22
3.1.1 Выбор насоса	23
3.1.2. Диаметр всасывающих и напорных трубопроводов	23
3.2 Расчет вспомогательного оборудования и устройств	23
3.2.1 Промывка сеток	23
3.2.2 Оборудование для удаления осадка	24
3.2.3 Дренажные насосы	25
3.3 Размеры колодца и павильона	25
3.4 Промывка самотечных линий	26
3.5 Зоны санитарной охраны	27
3.6 Берегоукрепление.....	28
3.7 Параметры рыбозащиты	28
3.8 Лесозащитные полосы и обоснование мероприятий по предотвращению микробного заражения	29
4 Водоподготовка.....	30
4.1 Подбор обеззараживающего оборудования.....	30

4.2 подбор ультрафиолетовой установки для обеззараживания.....	31
5 Технология и организация строительного производства.....	33
5.1 Определение объемов земляных работ.....	33
5.2 Определение объёма земли подлежащей вывозу в отвал за пределы стройки.....	39
5.3 Предварительный выбор комплекта машин.....	41
5.4 Выбор механизмов для обратной засыпки траншеи и ее планировки.....	46
5.5 Определение технико-экономических показателей.....	47
5.6 Определение размеров забоя.....	51
5.7 Выбор кранового оборудования для монтажа трубопровода.....	51
Заключение.....	53
Список используемых источников.....	54
Приложение А.....	55
Приложение Б.....	56
Приложение В.....	57
Приложение Г.....	58
Приложение Д.....	64
Приложение Е.....	70

ВВЕДЕНИЕ

Проблема стабильного водоснабжения является в настоящее время очень актуальной для России. Для защиты водных объектов от антропогенного загрязнения, улучшения качества питьевой воды, минимизации сбора неочищенных сточных вод необходима реализация комплекса нормативных, экономических и водохозяйственных мер.

В настоящее время в России централизованные системы водоснабжения имеют 99% городов и 81% поселков городского типа, источником водоснабжения являются поверхностные и подземные воды.

Целью данной квалификационной работы является водоснабжение города численностью 70000 человек из реки Енисей, определение расчетных расходов, гидравлический расчет водопровода, подбор водозаборных сооружений, насосной станции, установки по обеззараживанию воды.

В данной работе принята централизованная схема водоснабжения с подачей воды на промышленное предприятие. Схема сети принята кольцевая.

Водозабор выбран руслового типа так, как, несмотря на несколько лучшее, санитарно – гигиеническое состояние подземных источников в последние годы наблюдается их загрязнение железом, фтором, бромом, бором, марганцем, стронцием и другими микроэлементами.

1 Определение расчетных расходов воды. Гидравлический расчет водопроводной сети

1.1 Общие сведения об объекте водоснабжения

Объектом проектирования является населенный пункт, расположенный на территории Красноярского края на левом берегу реки Енисей.

Климат района резко континентальный. Средняя температура воздуха в июле $+18,2^{\circ}\text{C}$, январе $-17,7^{\circ}\text{C}$. Абсолютный минимум температуры в январе -62°C , максимум в июле $38,0^{\circ}\text{C}$. Господствующее направление ветра западное. Глубина промерзания грунтов 2,5 метра, грунт – супесь.

Источником водоснабжения города является река Енисей с расходом воды $19800 \text{ м}^3/\text{с}$, скоростью 5-7 м/с. Длина реки составляет 3487 км, площадь 2,7 млн. километров, глубина до 70 метров. Ледосплыв присутствует

Застройка жилого сектора состоит из пятиэтажных домов, оборудованных горячим и холодным водоснабжением, канализацией и центральным отоплением. Имеются детские учреждения, общеобразовательные школы, торговые центры, больницы, столовые, кафе, улицы озеленены и заасфальтированы. На территории города расположено предприятие по производству кабеля.

1.2 Характеристика промышленного предприятия

При производстве целлюлозы воды расходуется на охлаждение теплообменных аппаратов, в барометрических и поверхностных конденсаторах, на промывку целлюлозы и ее разбавление, на вакуум-насосы и т.д.

При отбелке целлюлозы вода используется для промывки целлюлозы между ступенями отбелки, для приготовления белильных растворов, на спрыски для промывки сеток вакуум-фильтров, для разбавления древесной массы, а также при сортировании и сгущении беленой целлюлозы на сортировках и сгустителях.

На данном предприятии применяется оборотная система водоснабжения с повторным и последовательным использованием воды.

1.3 Определение расчетных расходов воды

При проектировании водопроводной системы определяют в первую очередь количество потребляемой воды и режим ее расходования.

Общее количество воды, подаваемое водопроводом, включает в себя расход воды на хозяйственно – питьевые нужды населения; на нужды промышленного предприятия; на коммунальные нужды города (полив зеленых

насаждений, мойка улиц); на нужды местной промышленности; на нужды пожаротушения.

1.3.1 Расход воды на хозяйственно–питьевые нужды населения

Здания в данном населенном пункте оборудованы внутренним водопроводом и канализацией, централизованным горячим и холодным водоснабжением, таким образом, норма водопотребления составляет 230 л/(чел·сут).

Число жителей N , чел., определяется по формуле

$$N = F_{ж} \cdot \rho, \quad (1.1)$$

где $F_{ж}$ – площадь жилой застройки, 250 га;

ρ – плотность населения, 280 чел/га.

$$N = 250 \cdot 280 = 70000 \text{ чел.}$$

Количество воды, необходимое для водоснабжения населенного пункта, характеризуется суточным расходом воды на хозяйственно-питьевые нужды и определяется по формуле

$$Q_{ср.сут} = \frac{q_{ж} \cdot N}{1000}, \quad (1.2)$$

где $q_{ж}$ – норма водопотребления, принимаемая согласно табл.1 [13], в зависимости от степени благоустройства жилого района, л/сут;

N – расчетное число жителей в жилой застройке, чел.

$$Q_{ср.сут} = \frac{70000 \cdot 230}{1000} = 16100 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

В сутки наибольшего и наименьшего водопотребления расчетные расходы воды определяются по формулам

$$Q_{\max} = K_{сут.макс} \cdot Q, \quad (1.3)$$

$$Q_{\min} = K_{сут.мин} \cdot Q, \quad (1.4)$$

где $K_{сут.макс.}$ – максимальный коэффициент суточной неравномерности

водопотребления, принимается равным $K_{сут.,макс} = 1,1 - 1,3$;

$K_{сут.,мин.}$ – минимальный коэффициент суточной неравномерности принимается равным $K_{сут.,мин.} = 0,7-0,9$.

$$Q_{\max} = 1,3 \cdot 16100 = 20930 \text{ м}^3/\text{сут},$$

$$Q_{\min} = 0,9 \cdot 16100 = 14490 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Расчетные часовые расходы воды $q_{\text{ч}}$, $\text{м}^3/\text{ч}$, определяются по формулам

$$q_{\text{ч.макс.}} = K_{\text{ч.макс.}} \cdot \frac{Q_{\text{сут.макс.}}}{24}, \quad (1.5)$$

$$q_{\text{ч.мин.}} = K_{\text{ч.мин.}} \cdot \frac{Q_{\text{сут.мин.}}}{24}, \quad (1.6)$$

где $K_{\text{ч}}$ – коэффициент часовой неравномерности, который определяется по формулам

$$K_{\text{ч.макс.}} = \alpha_{\text{макс.}} \cdot \beta_{\text{макс.}}, \quad (1.7)$$

$$K_{\text{ч.мин.}} = \alpha_{\text{мин.}} \cdot \beta_{\text{мин.}}, \quad (1.8)$$

где α – коэффициент, который учитывает степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие условия, принимается согласно п.2.2. [13], $\alpha_{\text{макс.}} = 1,2 \div 1,4$; $\alpha_{\text{мин.}} = 0,4 \div 0,6$;

β – коэффициент, который учитывает число жителей в населенном пункте, принимается по табл. 2 [13], величина которого при численности жителей 70000 чел. составляет $\beta_{\text{макс.}} = 1,13$; $\beta_{\text{мин.}} = 0,64$.

$$K_{\text{ч.макс.}} = 1,2 \cdot 1,13 = 1,4,$$

$$K_{\text{ч.мин.}} = 0,5 \cdot 0,64 = 0,32,$$

$$q_{\text{ч.макс.}} = 1,4 \cdot \frac{20930}{24} = 1220,92 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$q_{\text{ч.мин.}} = 0,32 \cdot \frac{14490}{24} = 193,2 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

1.3.2 Расход воды на нужды промышленных предприятий

Режим водопотребления на предприятиях суммируется из режимов потребления групп потребителей на нем. Расход воды на технологические нужды зависит в первую очередь от технологии производства. Режим потребления воды на хозяйственно-питьевые нужды работников предприятия определяют по сменам. В первый час каждой последующей смены осуществляется потребление воды на принятие душа работниками.

Число работающих на предприятии составляет 1200 человек, распределяем их по сменам, и принимаем по 400 человек в каждую смену. Из них в горячих цехах работает по 150 человек в каждую смену.

В соответствии с [13] нормы водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды работников промышленных предприятий принимают для работающих в цехах с тепловыделением больше 84 кДж на 1 м³/ч $q_r=45$ л в смену на одного человека; для остальных цехов принимается $q_x=25$ л.

В горячих цехах объем водопотребления для 8-ми часовой смены, м³/смена, определяют по формуле

$$Q_{x-n.} = \frac{q_z \cdot n_z}{1000}, \quad (1.9)$$

где n_z – количество людей, работающих в горячих цехах за одну смену, чел.

$$Q_{x-n.} = \frac{q_z \cdot n_z}{1000} = \frac{150 \cdot 45}{1000} = 6,75 \text{ м}^3/\text{смена}.$$

В холодных цехах объем водопотребления для 8-ми часовой смены, м³/смена, определяют по формуле

$$Q_{x-n.} = \frac{q_x \cdot n_x}{1000}, \quad (1.10)$$

где n_x – количество людей, работающих в холодных цехах за одну смену, чел.

$$Q_{x-n.} = \frac{250 \cdot 25}{1000} = 6,25 \text{ м}^3/\text{смена}.$$

Расход воды на принятие душа работниками, $\text{м}^3/\text{ч}$, определяем по формуле

$$Q_{\text{душ.}} = \frac{0,375 \cdot N_{\text{душ.}}}{\alpha}, \quad (1.11)$$

где $N_{\text{душ.}}$ – число пользующихся душем в данную смену;
 α – количество человек, приходящихся на одну душевую сетку.

$$Q_{\text{душ.}} = \frac{0,375 \cdot 150}{8} = 7,03 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

1.3.3 Расходы воды на коммунальные нужды города

Среднесуточное потребление воды на поливку определяется по п. 2.3, табл. 3 [13], в зависимости от покрытия территории, способа поливки, вида зеленых насаждений, климатических условий и др.

Расход воды на поливку $Q_{\text{полив}}$, $\text{м}^3/\text{сут}$, зависит от расчета на одного жителя по [13] – $50 \text{ л}/(\text{чел} \cdot \text{сут})$ и определяется, по формуле

$$Q_{\text{полив}} = \frac{N \cdot 50}{1000}, \quad (1.12)$$

где N – количество жителей в населенном пункте, чел.

$$Q_{\text{полив}} = \frac{70000 \cdot 50}{1000} = 3500 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Принимаем одну поливку за сутки продолжительностью 6 ч, режим поливочного водопотребления – равномерный.

1.3.4 Расходы воды на пожаротушение

Расход воды на наружное пожаротушение и количество одновременных пожаров в населенном пункте принимаем по табл. 5 и 7 [13]. При застройке населенного пункта зданиями высотой более 3-х этажей с численностью населения более 50000 человек принимаем два одновременных пожара с расходом воды на один пожар – 35 л/с .

1.3.5 Расход воды на нужды местной промышленности

Расход воды на местную промышленность определяется по формуле

$$Q_{м.пр} = 0,1 \cdot Q_{сут.макс}, \quad (1.13)$$

$$Q_{м.пр} = 0,1 \cdot 20930 = 2093 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

1.4 Режим водопотребления в течение суток

Питьевая вода расходуется с колебаниями в течение суток. Для гидравлического расчета водопроводной сети и сооружений составляется график водопотребления в течение суток..

Результаты расчета водопотребления по часам суток приведены в приложении А.

По данным таблицы 1 в приложении А чертим график водопотребления населенного пункта и промышленных предприятий по часам суток, рисунок 1.1.

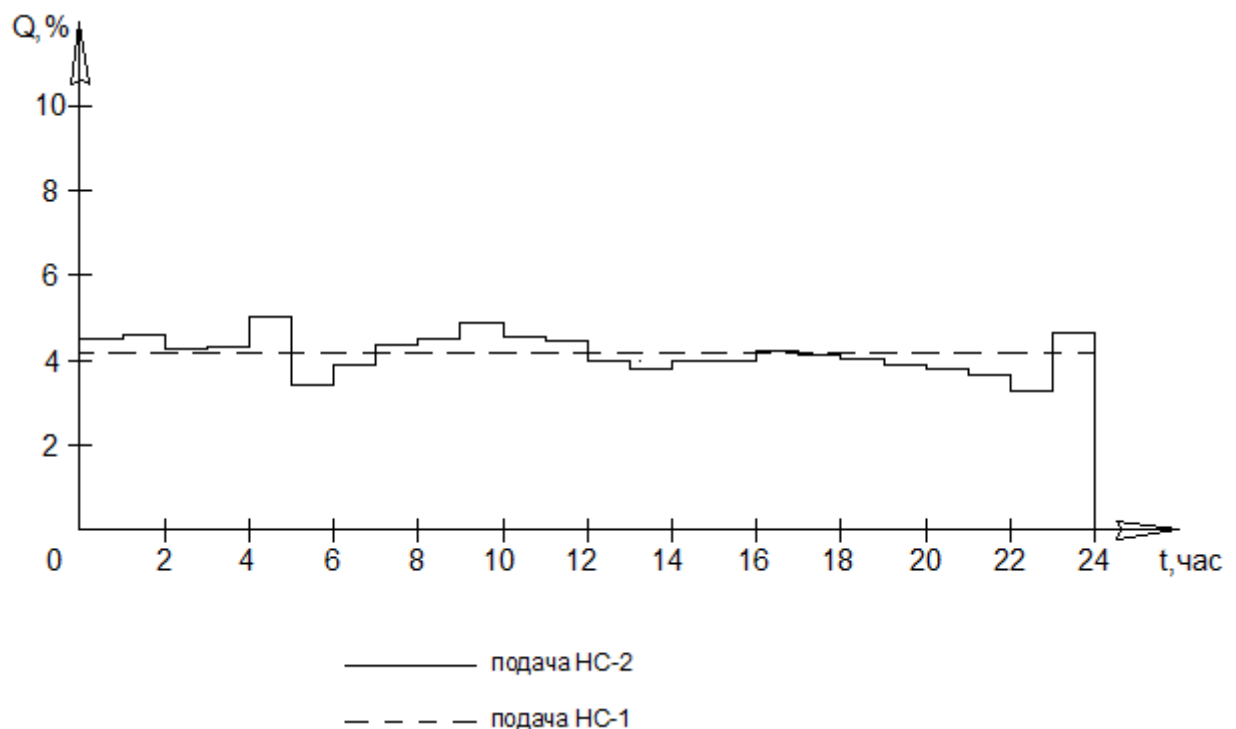


Рисунок 1.1 – Совмещенный график водопотребления города, подачи воды насосами НС-I и подачи воды потребителю насосами НС-II.

Определяем регулируемую емкость бака РЧВ, расчет приведен в приложении Б.

Полный объем резервуаров чистой воды, $W_{PЧВ}$, $м^3$, определяется по формуле

$$W_{PЧВ} = W_{рег} + W_{соб.н} + W_{пож}, \quad (1.14)$$

где $W_{рег}$ – регулирующий объем воды в резервуаре;

$W_{пож}$ – неприкосновенный запас воды на тушение пожара;

$W_{соб.н}$ – объем воды на собственные нужды станции.

Объем регулирующей емкости резервуара составляет 3,32% суточного расхода воды:

$$W_{рег} = \frac{3,23 \cdot 26562}{100} = 857,9 \text{ м}^3. \quad (1.15)$$

Неприкосновенный противопожарный объем $W_{пож}$ рассчитывается исходя из условия тушения расчетного количества одновременных пожаров n в течение всего времени тушения пожара $T_{пож}$ и определяется по формуле

$$W_{пож} = T_{пож} \cdot 3,6 \cdot (n_{н.п} \cdot q_{н.п} + n_{н.пр} \cdot q_{н.пр}), \quad (1.16)$$

где n – количество пожаров в населенном пункте и на промышленном предприятии, принимается по таблице 5 [13];

q – расход воды на тушение одного пожара, в населенном пункте и на промышленном предприятии, принимается по таблице 6 [13];

$T_{пож}$ – время тушения одного пожара, 3 ч.

$$W_{пож} = 3 \cdot 3,6 \cdot (2 \cdot 35 + 1 \cdot 40) = 1188 \text{ м}^3.$$

5% от $Q_{сут.макс}$ составляет объем регулирующей емкости резервуара на собственные нужды станции, который определяется по формуле

$$W_{соб.н} = 0,05 \cdot Q_{сут.макс}, \quad (1.17)$$

$$W_{соб.н} = 0,05 \cdot 26562 = 1328,1 \text{ м}^3.$$

Полный объем резервуаров чистой воды находим по формуле (1.14)

$$W_{PЧВ} = 857,9 + 1188 + 1328,1 = 2274 \text{ м}^3$$

Принимаю 2 резервуара объемом по 2000 м^3 каждый. Размеры типового резервуара – $24 \times 18 \times 4,8 \text{ м}$.

1.5 Гидравлический расчет водопроводной сети

Бесперебойная подача воды потребителям обеспечивается за счет устройства кольцевой сети.

Основная магистральная сеть состоит из 4-х колец, ее конфигурация приведена на рис. 1.2 – 1.3. Произведем гидравлический расчет магистральной сети с помощью метода Лобачева–Кросса.

1.5.1 Расчетная схема отдачи воды потребителю

Каждый участок сети отдает постоянный удельный расход $q_{уд}$, л/(с·м), который определяется по следующей формуле

$$q_{уд} = \frac{Q - Q_{соср}}{\sum l}, \quad (1.18)$$

где $q_{уд}$ – удельный расход воды на 1 метр сети, л/(с·м);

Q – общий расход воды, л/с;

$Q_{соср}$ – сосредоточенный расход, который отбирается предприятием, л/с;

$\sum l$ – суммарная длина участков магистральной водопроводной сети, м.

В сумму длин $\sum l$ не включаются участки сети, которые проходят через территории, из которых не отбирается вода, а также через территории с односторонним отбором воды.

Удельные отборы определяют в зависимости от плотности населения (этажности застройки) и степени санитарно-технического благоустройства зданий.

Определим путевые отборы воды $q_{пут}$, л/с, из каждого участка сети, зная удельный отбор

$$q_{пут} = q_{уд} \cdot L, \quad (1.19)$$

где L — длина участка, м.

Принимаем, что вода отбирается из сети в виде сосредоточенных расходов в узлах сети. Узловой расход равен половине суммы путевых расходов участков, которые примыкают к узлу. В таком случае также учитывается сосредоточенный расход.

Узловой расход определяется по формуле

$$q_{\text{узл}} = \frac{\sum q_{\text{пут}}}{2}. \quad (1.20)$$

Удельный расход при максимальном водоразборе определяется по формуле

$$q_{\text{уд}} = \frac{1341,95 - 1,625}{3,6 \cdot 7890} = 0,047187, \text{ л/(с - м)}.$$

Результаты расчета путевых и узловых расходов приведены в приложении В.

1.5.2 Гидравлический расчет сети

Гидравлический расчет сети производим по таблицам Ф.А. Шевелева.

Кольцевую сеть проектируем из полиэтиленовых труб по ГОСТ 18599-2001*.

Расчетные случаи работы сети – в час наибольшего водопотребления и при пожаре в час наибольшего водопотребления. Гидравлические расчеты случаев приведены в приложениях Г, Д, схемы гидравлического расчета приведены на рисунке 1.2 и 1.3.

Предварительное потокораспределение

При конфигурации сети необходимо обеспечить заданные величины отборов воды и удовлетворить условия баланса расходов в узлах: сумма расходов, подходящих к узлу, равна сумме расходов, включая узловой отбор, отводимых от него, т. е. $\sum Q_{\text{узла}} = 0$

В случае максимального водоразбора (4-5 ч.) город потребляет 372,75 л/с, из которых 0,45 л/с отбирает предприятие из узла №6.

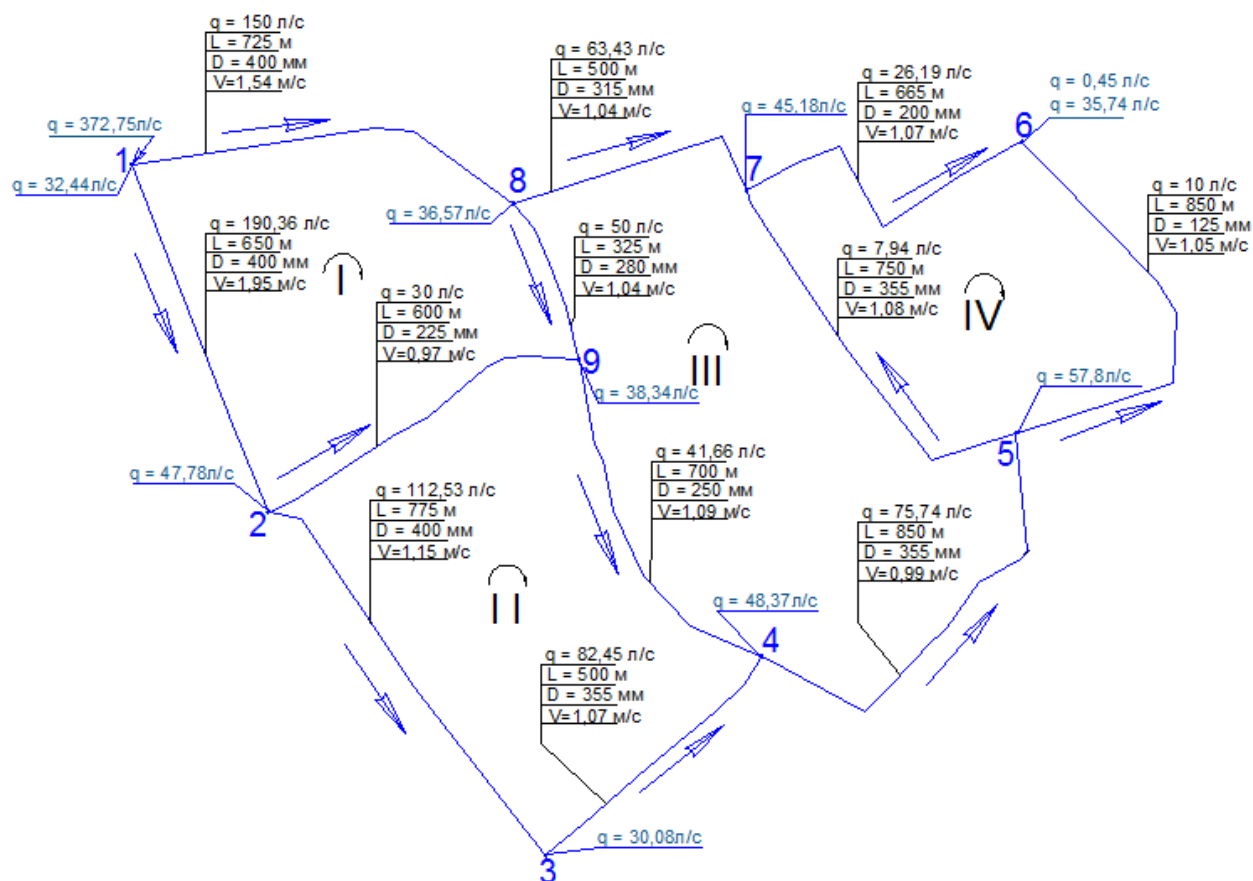


Рисунок 1.2 – Схема гидравлического расчета кольцевой сети в час наибольшего водопотребления

При пожаре в час максимального водоразбора весь расход воды составляет: $Q = 372,75 + 2 \cdot 35 = 442,75 \text{ л/с}$ и поступает в узел 1 от НС-2.

Пожары происходят в узлах 1 и 6.

Удельные и сосредоточенные отборы воды предприятием в данном расчетном случае такие же, как и в случае максимального водоразбора.

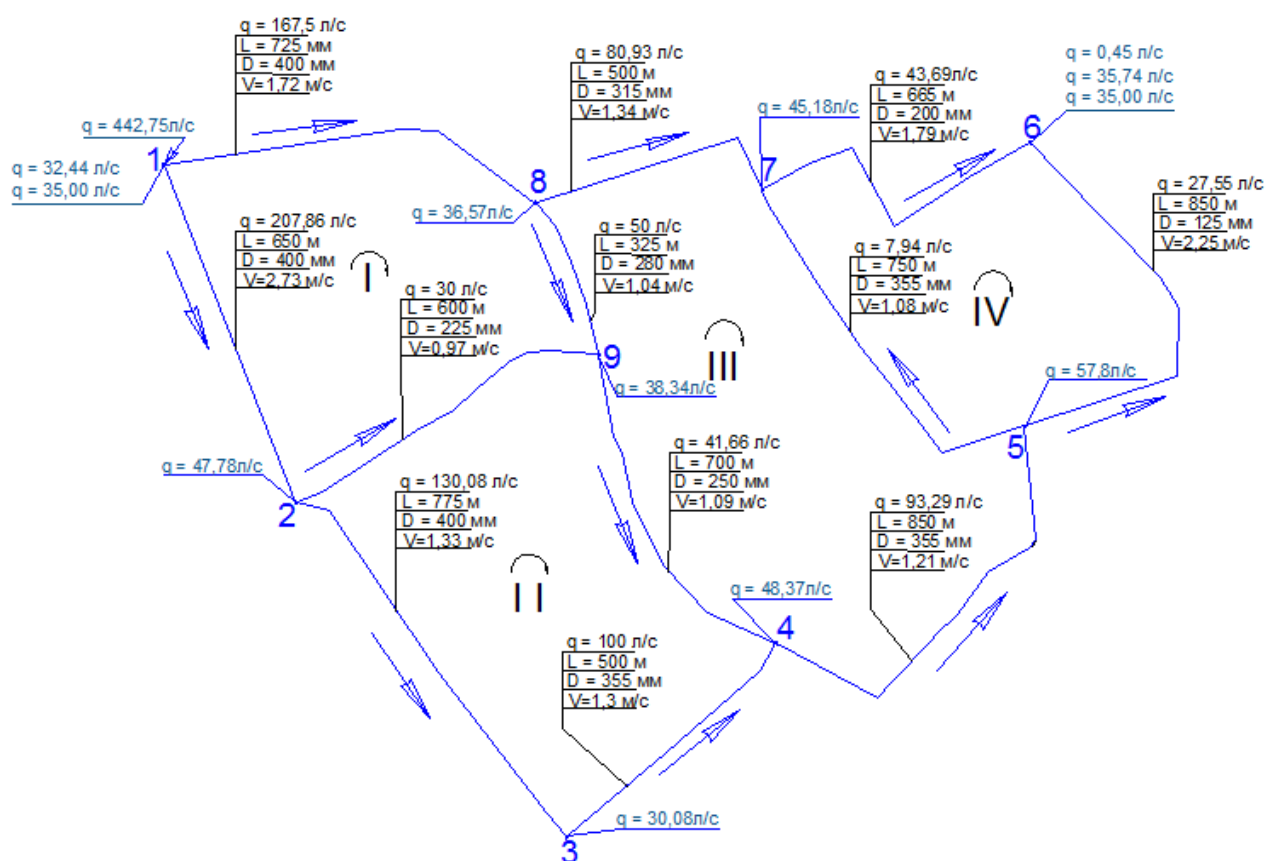


Рисунок 1.3 – Схема гидравлического расчета кольцевой сети при пожаре в час наибольшего водопотребления

2 Расчет водозаборных сооружений и их проектирование

2.1 Исходные данные

В данном проекте рассмотрен русловой водозабор совмещенного типа для населенного пункта I категории надежности, со средним условием забора воды.

В проекте определена расчетная производительность водозаборного сооружения, тип и схема водозаборного сооружения. Выбор основного и вспомогательного оборудования. Предусмотрено берегоукрепление, определены зоны санитарной охраны и лесозащитные полосы а также установка по обеззараживанию воды.

Расчеты велись на основе характеристик источника водоснабжения:

Максимальная глубина реки:

$H_{\max}=8,5\text{м};$

Минимальная глубина реки:

$H_{\min}=5\text{м}.$

Берег пологий сложенный слабыми илистыми грунтами, местами торфяные заболачивания, устойчивый, дно сложено песчаными породами с частицами крупностью до $d= 2,2$ мм, глубина берега от 0,35-2,1 м, расстояние до реперной точки 5,8 м.

Мутность до 2300 мг/л, взвешенные наносы 3,35 кг/м³

Скорость течения 3 м/с

Река имеет рыбохозяйственное значение, численность населения 70000 человек.

2.2 Определение производительности водозабора

Потребление воды на хозяйственно питьевые нужды:

$$Q_{\text{сут}} = \frac{q_{\text{ж}} \cdot N}{1000} = \frac{230 \cdot 70000}{1000} = 16100 \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (2.1)$$

где $q_{\text{ж}}$ – удельный расход воды на одного жителя.

Расход воды на поливку зеленных насаждений и территории:

$$Q_{\text{сут}} = \frac{q_{\text{yd}} \cdot N}{1000} = \frac{60 \cdot 70000}{1000} = 4200 \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (2.2)$$

где q_{yd} – удельный расход на поливку.

Расход воды на пожаротушение:

Расход воды на наружное пожаротушение и количество одновременных пожаров в населенном пункте принимаем по табл. 5 и 7 [13]. При застройке населенного пункта зданиями высотой более 3-х этажей с численностью населения более 50000. человек принимаем два одновременных пожара с расходом воды на один пожар – $35 \text{ л/с} = 3024 \text{ м}^3/\text{сут.}$

Расход воды на промышленное предприятие:

$$Q_{\text{III}} = Q_{x-n} + Q_{\text{дущ}} = 39 + 21,09 = 60,09 \text{ м}^3/\text{сут.} \quad (2.3)$$

Расход на собственные нужды, который составляет 10% от общего расхода:

$$Q_{\text{сн}} = 0,1 \cdot Q_{\text{сут}} = 0,1 \cdot 16100 = 1610 \text{ м}^3/\text{сут.} \quad (2.4)$$

Суммарный расход необходимый для города определяется по формуле

$$Q_{\text{общ}} = \sum Q = 16100 + 4200 + 3024 + 60,09 + 1610 = 24994,09 \text{ м}^3/\text{сут.} \quad (2.5)$$

Тогда производительность водозаборного сооружения:

$$Q_{\text{вз}} = Q_{\text{общ}} = 24994,09 \text{ м}^3/\text{сут} = 0,289 \text{ м}^3/\text{с.} \quad (2.6)$$

Максимальная производительность:

$$Q_{\text{мах. вз}} = k \cdot Q_{\text{вз}} = 1,32 \cdot 0,289 = 0,381 \text{ м}^3/\text{с}, \quad (2.7)$$

где k – коэффициент часовой неравномерности, равный

$$k = \alpha \cdot \beta = 1,32, \quad (2.8)$$

где α – коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия, принимаемый $\alpha_{\text{мах}} = 1,2 - 1,4$;
 β – коэффициент, учитывающий число жителей в населенном пункте.

Производительность одной приемной камеры:

$$Q_1 = \frac{Q_{\text{max.вз}}}{n} = \frac{0,381}{1} = 0,381 \text{ м}^3/\text{с}, \quad (2.9)$$

где n – число рабочих камер, принимаем 1, так как производительность водозаборного сооружения не больше $0,5 \text{ м}^3/\text{с}$.

2.3 Расчетные параметры водозаборного сооружения

2.3.1 Расчет водоприемного отверстия

Водоприемным отверстием для данного руслового водозабора является погруженный оголовок (фильтр-кассета).

Фильтр-кассета заполнена тремя разными видами заполнителя:

1. Щебень ($P = 0,4$), $h=0,3 \text{ м}$;
2. Гравий ($P = 0,3$), $h=0,3 \text{ м}$;
3. Порозластан ($P = 0,2$), $h=0,4 \text{ м}$.

Площадь фильтр-кассеты рассчитывается как

$$\Omega = \frac{k_1 \cdot k_2^{cp} \cdot Q_1}{V_{em}} = \frac{1,125 \cdot 3,61 \cdot 0,381}{0,2} = 7,74 \text{ м}^2, \quad (2.10)$$

где k_1 – коэффициент, учитывающий засорение отверстий, равный 1,125;

Q_1 – расчетный расход одной секции;

V_{em} – скорость втекания в водоприемные отверстия, отнесенная к их сечению в свету, $0,2 \text{ м/с}$;

k_2^{cp} – коэффициент, учитывающий пористость заполнителя.

$$k_2^{cp} = \frac{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{P_i}}{3} = \frac{\frac{1}{0,4} + \frac{1}{0,3} + \frac{1}{0,2}}{3} = 3,61, \quad (2.11)$$

где P_i – пористость слоя заполнителя;

3 – количество слоев заполнителя фильтр-кассеты.

Рассчитываем размер водоприемника, зная соотношение:

$$\frac{H}{B} = 1,2.$$

Отсюда следует, что размер водоприемного отверстия: 2000 х 2500 мм. Общее количество отверстий равно 2 с шагом 2м, размер решетки 2000×2500 мм, массой 585 кг.

2.3.2 Расчет сороудерживающих сеток

Основное назначение сеток – предварительная механическая очистка воды источника от взвесей и планктонных образований, прошедших через решетки сооружения. Сетки устанавливаются в береговых колодцах водозаборов, на перепускные окна между приемным и всасывающим отделением.

Принимаем плоские съемные сетки. Они просты по устройству и эксплуатации, незначительно влияют на размеры берегового колодца. Промывка сеток осуществляется вручную.

Площадь окна Ω_c одной секции:

$$\Omega = \frac{k_1 \cdot k_2^{cp} \cdot Q_1}{V_{em}} = \frac{1,25 \cdot 1,28 \cdot 0,38}{0,2} = 3,04 \text{ м}^2, \quad (2.12)$$

где V_{em} – скорость движения через сетку, принимаем 0,2 м/с.

Коэффициент стеснения k_2 для сеток:

$$k_2 = \frac{a + c}{c} = \frac{1 + 3,5}{3,5} = 1,28 \text{ м}^2, \quad (2.13)$$

где a – диаметр стержней сетки, 1 мм;

c – расстояние между стержнями сетки, 3,5 мм.

Размер перекрываемого отверстия 1500×2000 мм. Тогда подбираем сороудерживающую сетку с размерами 1630×2130 мм.

2.4 Расчет самотечных водоводов

Диаметр водоводов определяем по расчетному расходу при нормальном режиме водозабора:

$$D = 1,113 \cdot \sqrt{\frac{Q_1}{V_T}} = 1,113 \cdot \sqrt{\frac{0,381}{1}} = 0,688 \text{ м}, \quad (2.14)$$

где Q_1 – расчетный расход одной секции, м³/с;

V_m – допустимая расчетная скорость в трубопроводе, м/с.

Принимаем стальные трубы диаметром 700 мм по ГОСТ 10.704-91.

Фактическая скорость в трубопроводе:

$$V_{\phi} = \frac{1,28 \cdot Q_1}{D^2} = \frac{1,28 \cdot 0,381}{0,7^2} = 0,99 \text{ м/с.} \quad (2.15)$$

2.5 Расчет уровней воды в береговом колодце

Для определения отметок необходимо знать отметки уровней воды в реке в различные периоды работы водозабора и потери напора в соответствующих движению воды узлах водозабора.

- а) потери напора в сороудерживающих решетках принимаем 0,05 м, при форсированном режиме – 0,1 м;
- б) потери напора в самотечных водоводах:

$$h = h_1 + h_M = 1000 \cdot i \cdot l + \sum \xi \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} = 110,1 \cdot 0,0499 = 5,5 \text{ м,} \quad (2.16)$$

где $1000i$ – гидравлическое сопротивление на 1 км при заданном диаметре и расходе при расчётном режиме работы водозабора, принимаем по таблице Шевелева;

l – длина трубопровода: 0,064 км;

ξ – коэффициент местного сопротивления, принимаем:

$$\sum \xi = \xi_1 + \xi_2 + \xi_3 + \xi_4 = 0,1 + 0,1 + 0,1 + 1 = 1,3, \quad (2.17)$$

где ξ_1 – при входе в раструб, равный 0,1;

ξ_2 – в фасонных частях, равный 0,1;

ξ_3 – в арматуре, равный 0,1;

ξ_4 – на вход в колодец, равный 1.

Отметки расчетных уровней в приемном отделении при нормальном режиме:

$$Z_{BK}^{\max} = H_{\max} - \Delta\eta_p = 8,5 - 0,5 = 8 \text{ м,} \quad (2.18)$$

$$Z_{BK}^{\min} = H_{\min} - \Delta\eta_p = 5 - 0,5 = 4,5 \text{ м.} \quad (2.19)$$

Отметки расчетных уровней во всасывающем отделении при нормальном режиме:

$$Z_{BC}^{\max} = Z_{BK}^{\max} - \Delta\eta_c = 8 - 0,5 = 7,5 \text{ м}, \quad (2.20)$$

$$Z_{BC}^{\min} = Z_{BK}^{\min} - \Delta\eta_c = 4,5 - 0,5 = 4 \text{ м}. \quad (2.21)$$

Отметка выхода верха самотечных труб в приемное отделение берегового колодца должна быть ниже самого низкого уровня воды в нем, не менее чем 0,3 м:

$$H_1 = Z_{BC}^{\min} - 0,3 = 4 - 0,3 = 3,7 \text{ м}. \quad (2.22)$$

Отметка основания водоприемной камеры берегового колодца, имеющего входные отверстия, или водозабора конструктивно принимается ниже отметки дна русла в районе их расположения на 0,5 – 1,0 м целью предотвращения размыва грунта у основания сооружения и увеличения его устойчивости:

$$H_{\text{осн}} = H_{\max} + 1 = 8,5 + 1 = 9,5 \text{ м}. \quad (2.23)$$

Отметка дна водоприемной камеры будет выше отметки основания на толщину перекрытия равную 0,4 м и равна:

$$H_{\text{д}} = H_{\text{осн}} + 0,4 = 9,5 + 0,4 = 9,9 \text{ м}. \quad (2.24)$$

2.5.1 Неразмываемость дна

Так же нам необходимо сделать проверку на неразмываемость дна реки и определения крупности гравийного крепления, для этого может быть использована формула Б. И. Студеничкикова

$$V_{\text{неразм}} = 1,65 \cdot \left(\frac{d_{10}}{d}\right)^{1/4} \cdot \left(\frac{H}{d}\right)^{1/4} \cdot \sqrt{(1 + 3\rho^{2/3}) \cdot g d}, \quad (2.25)$$

где $V_{\text{неразм}}$ – неразмывающая скорость потока, м/с;

d – средний диаметр отложений дна русла или гравийной отсыпки(крепления), м;

d_{10} – диаметр частиц грунтов дна, содержание которых в смеси не более 10%, м;

ρ – мутность от руслоформирующих фракций, кг/м³;

H – глубина потока, м.

$$V_{\text{неразм}} = 1,65 \cdot \left(\frac{0,15}{0,2}\right)^{1/4} \cdot \left(\frac{5,5}{0,2}\right)^{1/4} \cdot \sqrt{(1+3 \cdot 1,3^{2/3}) \cdot 9,81 \cdot 0,2} = 4,2 \text{ м/с.}$$

Критическая мутность от руслоформирующих фракций твердого стока в русле равна:

$$\rho_{кр} = 0,2 \left[\left(\frac{V}{V_{\text{неразм}}} \right)^2 \cdot 1 \right]^{3/2} = 0,2 \left[\left(\frac{5}{4,2} \right)^2 \cdot 1 \right]^{3/2} = 0,33 \text{ кг/м}^3, \quad (2.26)$$

где V – средняя скорость течения в реке, м/с;

$V_{\text{неразм}}$ – неразмывающая скорость потока, м/с.

В нашем случае $\rho = 2300 \text{ мг/л} > \rho_{кр} = 197 \text{ мг/л}$, следовательно, наблюдается отложение наносов.

3 Расчет насосной станции

3.1 Расчет оси насоса

Количество резервных агрегатов принимается, согласно СП 31.13330.2012, в зависимости от категории надежности системы водоснабжения и числа рабочих агрегатов. При второй категории надежности и двух рабочих насосах принято один резервный насос.

Ось насоса определяется при минимальном уровне воды во всасывающей камере:

$$Z_{OH} = \frac{H_{BC}^{\min} + P_a}{\rho \cdot g - (\Delta h_{\text{кав}} + h_{WBC..л} + h_t)} = 4,4 + 10,2 - (3,6 + 0,5 + 0,24) = 10,26 \text{ м}, \quad (3.1)$$

где $P_a / \rho \cdot g = H_a = 10,2$ – атмосферное давление в местности, где устанавливается насос и выражается в м. вод. ст.;

$h_{wbc..л}$ – потеря напора на напорном и всасывающем трубопроводах, равный 0,5 м;

$h_t = 0,24$ – упругость насыщенных паров воды в насосе, м;

$\Delta h_{\text{кав}}$ – кавитационный запас насоса, м.

3.1.1 Выбор насоса

Насос располагаем на отметке 10,26 м, в качестве вспомогательного оборудования для запуска насоса требуется наличие вакуум насоса. Подбор насоса осуществляется по подаче и напору насосной станции:

$$Q_{HC} = Q_1 = 0,381 \text{ м}^3 / \text{с} = 381 \text{ л} / \text{с}, \quad (3.2)$$

$$H = H_z + h_{к.вс} + h_{к.вс} = 3,5 + 1,5 + 2 = 7 \text{ м}, \quad (3.3)$$

где H_r – геометрическая высота подъема, определяемая:

$$H_r = H_{BK}^{\max} - H_{BC}^{\min} = 8 - 4,5 = 3,5 \text{ м}. \quad (3.4)$$

Выбираем насос марки KDN 350-400: $Q=381 \text{ л/с}$; $H=7 \text{ м}$; $n=1950 \text{ об/мин}$; $m=436 \text{ кг}$.

3.1.2 Диаметр всасывающих и напорных трубопроводов

Диаметры всасывающих трубопроводов:

$$D_{вс} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{p.вс}}{\pi \cdot V_{вс}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,381}{3,14 \cdot 1}} = 0,692 \text{ м}. \quad (3.5)$$

Принимаем всасывающий стальной трубопровод диаметром 700 мм.
Диаметры напорных трубопроводов:

$$D_{вс} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{p.н}}{\pi \cdot V_n}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,063}{3,14 \cdot 2}} = 0,32 \text{ м}. \quad (3.6)$$

Принимаем напорный трубопровод диаметром 350 мм.

3.2 Расчет вспомогательного оборудования и устройств

3.2.1 Промывка сеток

Сетки периодически подвергают промывке. Плоские сетки грузоподъемным оборудованием поднимают по пазам в наземный павильон берегового колодца, устанавливают в ванну с экраном и промывают струей воды из брандспойта. Из ванны смытые загрязнения отводятся в канализацию.

Перед подъемом рабочей сетки на промыв должна устанавливаться запасная сетка. Расход воды на промывку $Q_{пр}$, м/с:

$$Q_{пр} = n \cdot \mu \cdot \omega_0 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} = 1 \cdot 0,62 \cdot 0,0002 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 4,4} = 0,001152 \text{ м}^3/\text{с}, \quad (3.7)$$

где n – число одновременно работающих промывных устройств, равно 2;

μ – коэффициент расхода отверстий промывных устройств, равно 0,62;

ω_0 – площадь отверстий, через которые происходит истечение промывной воды, м^2 (0,0002 – при промывке пожарным спрыском);

H – напор воды в промывном устройстве, равно 4,4 м.

Для промывки сеток следует использовать воду из напорных водоводов.

3.2.2 Оборудование для удаления осадка

В приемном отделении берегового сооружения водозабора устраиваются приемки для сбора осадка. Глубина приемка принимаем 0,7 м под углом 45°. Осадок удаляется при помощи гидроэлеватора.

Объем осадка, подлежащий удалению из приемка

$$W_{ос} = \frac{m_{ос}}{p} = \frac{1,3}{0,15} = 8,66 \text{ м}^3, \quad (3.8)$$

где $m_{ос}$ – масса осадка;

p – плотность осадка.

Производительность гидроэлеватора

$$Q_2 = \frac{W_{ос}}{3600 \cdot t} = \frac{8,66}{3600 \cdot 1} = 0,0024 \text{ м}^3/\text{с}, \quad (3.9)$$

где $t=1$ – время работы насоса, ч.

Необходимый расход рабочей воды, подаваемый к гидроэлеватору

$$Q_1 = \frac{Q_2 \cdot (H_0 + \sum h_0)}{\eta \cdot (H_D - H_0 - \sum h_0)} = \frac{0,0024 \cdot (4 + 1)}{0,12 \cdot (30 - 4 - 1)} = 0,004 \text{ м}^3/\text{с}, \quad (3.10)$$

где H_0 – высота подъема осадка со дна до выброса;

$\sum h_0$ – потеря напора при перемещении осадка к выбросу, 10-20 дм;

H_D – рабочий напор воды гидроэлеватора, 300-500 дм;

η – КПД гидроэлеватора, 0,12-0,15.

Гидроэлеватор подбираем по необходимой часовой производительности, которая определяется по формуле

$$Q_3 = Q_1 + Q_2 = 0,004 + 0,0024 = 0,0064 \text{ м}^3/\text{с}. \quad (3.11)$$

Исходя из производительности, необходимой для промывки прямка подобрали гидроэлеватор марки ESP-RV-15,0

3.2.3 Дренажные насосы

Дренажные насосные установки предназначены для откачки из подземной части насосной станции грунтовых вод, фильтрующихся через стены здания, утечек через сальники насосов и воды, изливающейся при ремонте оборудования. Для сбора дренажных вод в машинном зале устраиваем дренажный колодец. Объем колодца принимаем равным подаче дренажного насоса в течение 10-15 мин. Вода к колодцу подводится лотками, расположенными у стен. Пол делаем с уклоном 0,003 в сторону лотков.

Грузоподъемное оборудование

Усилия, необходимые для подъема оборудование:

$$G = (G_r + f \cdot P_v \cdot F) \cdot K = (0,7 + 0,44 \cdot 1,5 \cdot 1,8) \cdot 1,5 = 0,283 \text{ т}. \quad (3.12)$$

где G_r – масса сетки, 0,7 кН;

P_v – давление воды 1 м² сетки, 1,5 кН/м²;

f – коэффициент трения металла по смоченному металлу, равен 0,44;

K – коэффициент запаса, равен 1,5;

F – сила преодоления, 1,8 кН.

Для подъема на промывку, монтажа и ремонтных работ плоских сеток, в надземной части берегового колодца принята к установке подвесная электрическая таль грузоподъемностью 0,5 т

Для подъема, монтажа и ремонтных работ в надземной части берегового колодца принята к установке подвесная электрическая таль грузоподъемностью 0,5 т

3.3 Размеры колодца и павильона

Сто секундный объем приемной секции равен объему всасывающей секции.

$$V_{\text{секции}} = Q_1 \cdot 100, \quad (3.13)$$

$$V_{\text{секции}} = 0,381 \cdot 100 = 38,1 \text{ м}^3.$$

Высота колодца определяется по формуле

$$h_k = H_{max} + \text{порог} + \text{забрало} + \text{перекрытие}, \quad (3.14)$$

$$h_k = 8,5 + 0,5 + 0,3 + 0,7 = 10 \text{ м.}$$

Площадь дна одной секции равна:

$$F = \frac{V_{\text{секции}}}{h_k - \text{перекрытие}}, \quad (3.15)$$

$$F = \frac{12,7}{10 - 0,7} \approx 2 \text{ м}^2.$$

Соблюдая строительный шаг, плиты будут иметь размеры $1 \times 2 \text{ м}$, а размер всего берегового колодца равен $2 \times 2 \text{ м}$.

Высота наземного павильона назначается исходя из вертикальных размеров:

$$H_n = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 = 0,5 + 0,8 + 1 + 1,2 + 0,5 = 4 \text{ м}, \quad (3.16)$$

где h_1 – высота монорельса;

h_2 – минимальная высота тали от крюка;

h_3 – высота строповки, 1 м;

h_4 – высота груза;

h_5 – высота от груза до пола, 0,5 м.

Необходимо чтобы высота соответствовала строительному шагу (0,3 м), значит, высота павильона будет равна 4,2 м.

3.4 Промывка самотечных линий

Промывку водоводов выгоднее делать сжатым воздухом, поскольку это наиболее эффективный способ борьбы с отложившимся осадком. При применении этого способа необходимо дополнительно установить нагнетательную камеру с вакуум-насосом.

Для определения объема воздуха, необходимого для промывки, зададимся величиной $1,8 \text{ л/с} \cdot \text{м}^2$ – объем воздуха на единицу площади стенки камеры.

Диаметр камеры принимаем в 3 раза больше диаметра водовода - $d_{вк} = 2000 \text{ мм}$.

Площадь боковой стенки вакуум-камеры:

$$S = \pi \cdot d_{\text{БК}} \cdot H_{\text{БК}} \text{ м}^2, \quad (3.17)$$

где $H_{\text{БК}}$ – высота вакуум-камеры, 7 м.
Необходимый объем воздуха:

$$V_{\text{возд}} = 1,8 \cdot S \text{ м}^3, \quad (3.18)$$

$$V_{\text{возд}} = 1,8 \cdot 43,96 = 79,13 \text{ м}^3,$$

$$S = 3,14 \cdot 2 \cdot 7 = 43,96 \text{ м}^2.$$

3.5 Зоны санитарной охраны

Размеры зон санитарной охраны источников водоснабжения назначаются согласно [8], Красноярский край относится к климатическому району I (В).

Для обеспечения санитарно-эпидемиологической надежности и охраны всех водопроводных сооружений от нарушений, которые могут вредно отразиться на качестве и количестве подаваемой населению воды, для всех проектируемых и реконструируемых водопроводов хозяйственно-питьевого назначения должны предусматриваться зоны санитарной охраны (ЗСО).

Зона источника водоснабжения в месте расположения водозаборных сооружений состоит из трех поясов: первого - строгого режима, второго и третьего - режимов ограничения хозяйственной деятельности.

Границы первого пояса ЗСО

- 1) вверх по течению не менее 200 м; Принимаю 210 м;
- 2) к прилегающему берегу 100 м; Принимаю 110 м;
- 3) вниз по течению 100 м; Принимаю 110 м;
- 4) к противоположному берегу: при ширине водотока менее 100 м – вся акватория и противоположный берег 50 м; при ширине водотока более 100 м – ширина акватории. Принимаю $110 + 50 = 160$ м.

Границы второго пояса ЗСО

- 1) вверх по течению: исходя из усредненной по длине и ширине водотока скорости течения воды и времени ее протекания от границы пояса до водозабора не менее 5 сут. для I (А, Б, В, Г) климатических районов

$$L = 5 \cdot v \cdot 3600 \cdot 2 \text{ м}, \quad (3.19)$$

где $v = 5 \text{ м/с}$ – средняя скорость течения реки.

$$L = 5 \cdot 5 \cdot 3600 \cdot 2 = 180000 \text{ м} = 180 \text{ км}.$$

- 2) вниз по течению не менее 250 м; Принимаю 260 м;
- 3) боковые границы на расстоянии от уреза воды при равнинном рельефе 500 м, при гористом – до вершины первого склона. Принимаю 500 м.

Границы третьего пояса ЗСО

- 1) вверх и вниз по течению совпадают с границами второго пояса;
- 2) боковые границы – до водораздела, но не более 3-5 км.

3.6 Берегоукрепление

Берегоукрепление предназначено для защиты береговых сооружений от подмыва, для закрепления и сохранения благоприятной формы и положения русла реки, обеспечивающих транзитное движение донных насосов, шуголедовых масс и сора, а так же необходимую глубину воды в месте расположения водоприемника.

Крепление осуществлено на всем участке вогнутого берега выше водозаборного сооружения до места, где берег из вогнутого переходит в выпуклый, а вниз по течению – на участке, обеспечивающем защиту от переформирования берега, протяженностью 100 м.

Берегоукреплению приданы плавные очертания в плане без выступов и резких переломов. Нижняя граница крепления принята ниже нижней кромки припая ледового покрова к покрытию, а верхняя - с учетом высоты волны на 1 м выше верхнего уровня воды.

Крепление состоит из фильтровой подготовки, покрытия и упоров. Фильтровая подготовка состоит из слоя разнородного песчано-гравийного грунта толщиной 30 см или типу обратного фильтра и из 2-3х слоев различных по крупности материалов.

Покрытие выполнено из железобетонных плит, уложенных в укрупненные карты (до 20 м по откосу, до 80 м вдоль уреза воды). Следуют укладывать на сплошной фильтрованной подготовке. А больших размеров на ленточных фильтрах шириной 0,6-1 м по низу подшивания. Отдельные плиты соединяют между собой сваркой и арматурой, где швы заполняются асфальтобетоном.

Крепление дна и берега под водой осуществлено отсыпкой камня с плавсредств.

3.7 Параметры рыбозащиты

Для данного проекта водозаборного сооружения для водоприемника с фильтр - кассетой не обязательно применять рыбозащитные устройства, но все же мы выбираем воздушно-пузырьковые завесы (ВПЗ), представляющие собой уложенных на дно водоема перфорированных трубопроводов, куда компрессором подается сжатый воздух.

Выходящие из трубопровода воздушные пузырьки поднимаются сквозь толщу воды к поверхности, увлекая за собой воду, образуя при этом эрлифтное течение (движущаяся вверх газожидкостная струя-факел). Достигая поверхности воды, газовая дискретная компонента струи переходит в атмосферу, а жидкостная компонента, образуя над осью перфорированной трубы бурун, растекается по обе стороны от факела. Поскольку поверхностный отток воды компенсируется потоком, поступающим к факелу на глубине, по обе стороны факела возникают замкнутые циркуляционные зоны.

3.8 Лесозащитные полосы и обоснование мероприятий по предотвращению микробного заражения

Крепление устойчивого берега осуществляется на протяжении 50-100 м вверх и вниз от оси береговых сооружений лесополосой 4-х рядного типа, с наружным земляным валом 0,4 м.

Территория первого пояса ЗСО

Территория первого пояса ЗСО должна быть спланирована для отвода поверхностного стока за ее пределы, озеленена, ограждена и обеспечена охраной. Дорожки к сооружениям должны иметь твердое покрытие. Кустарники и все виды плакучих ив садятся на расстоянии 100 м от межеи.

Запрещаются все виды строительства, не имеющие непосредственного отношения к эксплуатации, реконструкции и расширению водопроводных сооружений, в том числе прокладка трубопроводов различного назначения, размещение жилых и хозяйственно-бытовых зданий, проживание людей, а также применение ядохимикатов и удобрений.

Территория второго пояса ЗСО

Во втором поясе обязательное размещение лесополосы 4-х рядного типа, с наружным земляным валом 0,4 м. Расстояние от 250 до 400 м от границы первого пояса.

Запрещение закачки отработанных вод в подземные горизонты, подземного складирования твердых отходов и разработки недр земли.

Запрещение размещения складов горюче-смазочных материалов, ядохимикатов и минеральных удобрений, накопителей промстоков, шламохранилищ и других объектов, обуславливающих опасность химического загрязнения подземных вод.

Территория третьего пояса ЗСО

Третий пояс расположен на расстоянии 250 – 400 м от второго пояса, представлен массивом со смешанными породами деревьев и кустарников, выполняющие функцию антиэрозии.

4 ВОДОПОДГОТОВКА

4.1. Подбор обеззараживающего оборудования

Речная вода всегда характеризуется большим содержанием взвешенных веществ, т. е. мутностью, часто цветностью, малым содержанием солей, не большой жесткостью, присутствием большого количества органических веществ, относительно высокой окисляемостью и значительным содержанием бактерий. Сезонные колебания качества речной воды нередко бывают весьма резкими. УФ-облучение должно применяться для обеспечения обеззараживания воды до нормативного качества по микробиологическим показателям, при этом необходимые дозы выбираются на основании требуемого снижения концентрации патогенных и индикаторных микроорганизмов. УФ-облучение не образует побочных продуктов реакции, его доза может быть увеличена до значений, обеспечивающих эпидемиологическую безопасность, как по бактериям, так и по вирусам. Известно, что УФ-излучение действует на вирусы намного эффективнее, чем хлор, поэтому применение ультрафиолета при подготовке питьевой воды позволяет, в частности, во многом решить проблему удаления вирусов гепатита А, которая не всегда решается при традиционной технологии хлорирования.

Вода, подающаяся на установку должна соответствовать следующим требованиям:

- общее содержание железа – не более 0,3 мг/л, марганца – 0,1 мг/л;
- содержание сероводорода – не более 0,05 мг/л;
- мутность – не более 2 мг/л по каолину;
- цветность – не более 35 град.

Одним из наиболее важных факторов, от которых зависит качество очистки воды, является доза ультрафиолетового излучения. Эта доза рассчитывается, исходя из продолжительности и интенсивности излучения. Необходимая для эффективного ультрафиолетового обеззараживания (УФО) воды доза рассчитывается в зависимости от характера содержащихся в ней микроорганизмов. Разные типы и виды болезнетворных организмов имеют разную устойчивость к облучению, поэтому, чем устойчивее микроорганизмы, тем время воздействия должно быть больше. Также имеет значение для расчета дозы облучения количество микробов и бактерий, которое содержится в воде.

Дезинфекция воды при помощи УФ-излучения считается одним из наиболее безопасных методов, поскольку ультрафиолет представляет собой природное излучение, способное оказать негативное воздействие на человеческий организм лишь при достаточно длительном воздействии непосредственно на самого человека. Этот способ не влияет на физико-химические свойства воды, но при этом очищает ее от большей части

вредоносных бактерий. Этот способ менее эффективен, чем озонирование, но если в воде нет каких-либо очень устойчивых микроорганизмов, ультрафиолетовое обеззараживание (УФО) является наиболее оптимальным способом, поскольку он более экономичен по сравнению с остальными дорогостоящими способами.

Еще одним преимуществом такого способа очистки является высокая скорость процесса – обеззараживание происходит всего за несколько секунд. Поскольку этот метод является безреагентным, можно использовать любые, даже самые высокие дозы излучения – при других методах дезинфекции это недопустимо, поскольку в большинстве случаев при превышении определенного предела реагент может попасть в воду. Этот метод можно использовать и как предварительную меру очистки. За счет своей эффективности он дает возможность значительно снизить расходы энергии или химических реагентов.

4.2 Подбор ультрафиолетовой установки для обеззараживания воды

Технология обеззараживания все более широко применяется в системах подготовки питьевой воды как альтернатива окислительным методам. Это обусловлено простотой, безопасностью и низкими эксплуатационными затратами. У ультрафиолетовой установки отсутствует какое – либо воздействие на химический состав воды, что позволяет просто и дешево решать задачу обеззараживания, не создавая токсичных побочных продуктов.

Для обеззараживания воды принимаем бактерицидную установку ультрафиолетовой дезинфекции УДВ-6А500-10-200-С, которая разработана НПО «ЛИТ», со следующими техническими характеристиками:

- производительность установки из источника – 400 м³/ч;
- доза УФ облучения – 25 мДж/см²;
- потери напора в установке за счет гидравлического сопротивления – 35 см вод.ст.
- потребляемая мощность камеры обеззараживания и пульт управления – 4,35 кВт;
- потребляемая мощность насоса промывочного – 0,25кВт;
- масса камеры обеззараживания – 105 кг;
- масса пульта управления– 85 кг;
- масса промывочного насоса– 15 кг;
- количество ламп в камере – 6 шт;
- срок службы лампы, не менее – 12000 ч;

Вид ультрафиолетовой установки представлен на рисунке 5.1.



Рисунок 5.1 – Установка ультрафиолетовой дезинфекции

Для нашего расхода воды таких установок понадобится 3 шт. рабочих и 1 шт. резервная.

5. Технология и организация строительного производства

5.1 Определение объемов земляных работ

Объемы земляных работ рассчитаны для участков 1-3 кольцевой водопроводной сети, при длине трубопровода 1425 м. из стальных труб ГОСТ 10704-91* $d_y = 400$ мм. Масса 1 м трубы 62,54 кг.

Строительство проводится в летние месяцы, грунт на участке строительства – супесь.

Для труб с условным проходом до 400 мм включительно наименьшая глубина заложения трубопровода h_1 ⁶ принимается на 0,5 м больше глубины промерзания грунта h_{np} , м.

В начале участка (в точке 1) глубина заложения определяется по формуле

$$h_1 = h_{np} + 0,5, \quad (5.1)$$

где h_{np} – глубина промерзания грунта, 2,5 м.

$$h_1 = 2,5 + 0,5 = 3 \text{ м.}$$

Глубину h_2 прокладки труб в конце участка (точке 3) находим по формуле

$$h_2 = h_1 + i_{mp} \cdot L, \quad (5.2)$$

где i – уклон траншеи, 0,003

L – длина траншеи, 1425 м.

$$h_2 = 3 + 0,003 \cdot 1425 = 7,27 \text{ м.}$$

Средняя глубина траншеи будет определяться по формуле

$$h_{cp} = \frac{h_1 + h_2}{2}, \quad (5.3)$$

$$h_{cp} = \frac{3 + 7,27}{2} = 5,14.$$

Ширина траншеи по дну B зависит от материала труб и их наружного диаметра и определяется по формуле

$$B = d_{нар} + 0,5, \quad (5.4)$$

$$B = 0,4 + 0,5 = 0,9 \text{ м.}$$

Ширину траншеи находим по формуле

$$E = B + 2 \cdot m \cdot h, \quad (5.5)$$

где m – коэффициент откоса (для супеси $m = 0,85$);

B – ширина траншеи, по формуле (5.4);

h – глубина траншеи.

Ширина траншеи в точке 1 поверху будет равна:

$$E_1 = 0,9 + 2 \cdot 0,85 \cdot 3 = 6 \text{ м.}$$

Ширина траншеи в точке 3 поверху

$$E_2 = 0,9 + 2 \cdot 0,85 \cdot 7,27 = 13,26 \text{ м.}$$

Средняя ширина траншеи поверху

$$E_{cp} = 0,9 + 2 \cdot 0,85 \cdot 5,14 = 9,64 \text{ м.}$$

Для подсчета объемов земляных работ по разработке траншей в первую очередь определяем площади поперечного сечения траншеи на пикетах.

При трапециoidalной форме сечения траншеи площадь сечения поперечника будет определяться по формуле

$$F_{cp} = \frac{h_{cp} \cdot (B + E)}{2} = h_{cp} \cdot (B + m \cdot h_{cp}), \quad (5.6)$$

где h_{cp} – средняя глубина траншеи, м;

E – ширина траншеи поверху, м;

m, B – то же, что и в формуле (5.5);

$$F_{cp} = 5,14 \cdot (0,9 + 0,85 \cdot 5,14) = 27,1 \text{ м}^2. \quad (5.7)$$

Разработку грунта в траншеях одноковшовыми экскаваторами нужно производить без нарушения естественной структуры грунта в основании с недобором, который принимается равным 0,2 м и отрывается вручную.

Объем грунта, подлежащий разработке определяется по формуле

$$V = V_m + V_p, \quad (5.8)$$

где V_m – объем грунта, разрабатываемый механизированным способом, м^3 ;
 V_p – объем грунта, разрабатываемый вручную, м^3 .

Объем грунта разрабатываемый экскаватором находим по формуле

$$V_m = V_m^1 + V_m^2, \quad (5.9)$$

где V_m^1 – объем грунта, извлекаемого экскаватором при отрывке из траншеи под трубопровод, м^3 ;

V_m^2 – объем грунта, извлекаемого экскаватором для устройства котлованов под колодцы, м^3 .

Объем грунта, который извлекается экскаватором из траншеи под трубопровод, определяется по формуле

$$V_m^1 = (F_{cp} + \frac{m \cdot [(h_1 - 0,2) + (h_2 - 0,2)]^2}{12}) \cdot l_1, \quad (5.10)$$

где 0,2 м – высота недобора грунта при работе экскаватора;

l_1 – длина трубопровода без суммарной длины котлована под колодцы по всей трассе трубопровода., определяется по следующей формуле

$$l_1 = L - a_2 \cdot N, \quad (5.11)$$

где N – количество котлованов, равное количеству колодцев, определяется по формуле

$$N = \frac{L}{100} + 1, \quad (5.12)$$

$$N = \frac{1425}{100} + 1 = 16 \text{ шт},$$

$$l_1 = 1425 - 10,7 \cdot 16 = 1253,8 \text{ м},$$

$$V_{\text{м}}^1 = (27,1 + \frac{0,85 \cdot [(3_1 - 0,2) + (7,27 - 0,2)]^2}{12}) \cdot 1253,8 = 42629,6 \text{ м}^3.$$

Объем грунта, который извлекается экскаватором для устройства котлованов под колодцы, определяется по формуле

$$V_{\text{м}}^2 = \frac{h_{\text{ср.н}} \cdot [(2a_1 + a_2) \cdot b_1 + (2a_2 + a_1) \cdot b_2]}{6} \cdot N, \quad (5.13)$$

где $h_{\text{ср.н}}$ – средняя глубина траншеи за вычетом недобора грунта, 4,94 м;

a_1 и b_1 – размеры котлована под колодец понизу, 3,7 м;

a_2, b_2 – размеры котлована под колодец поверху, м;

N – то же, что и в формуле (5.12)

Размеры котлована поверху под колодец определяются по формуле

$$a_2 = b_2 = a_1 + 2 \cdot m \cdot h_{\text{ср.н}}, \quad (5.14)$$

$$a_2 = b_2 = 3,7 + 2 \cdot 0,85 \cdot 4,94 = 12,1 \text{ м},$$

$$V_{\text{м}}^2 = \frac{4,94 \cdot [(2 \cdot 3,7 + 12,1) \cdot 3,7 + (2 \cdot 12,1 + 3,7) \cdot 12,1]}{6} \cdot 16 = 5397,6 \text{ м}^3.$$

Объем грунта, разрабатываемый экскаватором по формуле (5.9)

$$V_{\text{м}} = 42629,6 + 5397,6 = 48027,2 \text{ м}^3.$$

Объем грунта, разрабатываемого вручную находим по формуле

$$V_p = V_p^1 + V_p^2, \quad (5.15)$$

Объем грунта, извлекаемый при разработке недобора определяем по формуле

$$V_p^1 = h_{\text{нед}} \cdot (B \cdot l_1^H + a_1 \cdot b_1 \cdot N), \quad (5.16)$$

где N – число колодцев, по формуле (5.12);

l_1^H – длина трубопровода без суммарной длины котлованов под колодцы, считая по низу;

B – ширина траншеи понизу.

$$l_1^H = L - a_1 \cdot N, \quad (5.17)$$

$$l_1^H = 1425 - 3,7 \cdot 16 = 1365,8 \text{ м.}$$

$$V_p^1 = 0,2 \cdot (0,9 \cdot 1365,8 + 3,7 \cdot 3,7 \cdot 16) = 289,6 \text{ м}^3.$$

Объем грунта, извлекаемый при устройстве прямков

$$V_p^2 = V_{np} \cdot N_{np}, \quad (5.18)$$

$$V_p^2 = V_{np} \cdot N_1 = 0,11 \cdot 116 = 12,76 \text{ м}^3,$$

где V_{np} – объем одного прямка,

N_{np} – количество прямков, определяемых по формуле

$$N_{np} = \frac{L - D_{кол} \cdot N}{l_{mp}} - 1, \quad (5.19)$$

где l_{mp} – длина одной трубы, 12 м.

$$N_1 = \frac{1425 - 2 \cdot 16}{12} - 1 = 116 \text{ шт.}$$

Принимаем следующие размеры прямков для колодца диаметром 2 м: длина $a^1 = 0,6$ м, ширина $b^1 = 0,43 + 0,5 = 0,93$ м, глубина $c^1 = 0,2$ м.

Объем одного прямка определяется по формуле

$$V_{np} = a^1 \cdot b^1 \cdot c^1, \quad (5.20)$$

$$V_{np} = 0,6 \cdot 0,93 \cdot 0,2 = 0,11 \text{ м}^3.$$

Объем грунта, разрабатываемый вручную, находим по формуле (5.15)

$$V_p = 286,9 + 12,76 = 299,7 \text{ м}^3.$$

Весь объем грунта, подлежащий разработке, находим по формуле (5.8)

$$V = 48027,2 + 299,7 = 48326,9 \text{ м}^3.$$

Подбираем колодец, который имеет стальную задвижку высотой $h=1,585$ м, длиной $l=950$ мм, строительной длиной $1,95$ м и массой $m=1380$ кг. Размер колодца в плане принимаем 2 м. Высота рабочей камеры колодца на $0,7$ м выше высоты задвижки и равна $2,285$ м. Кольца для сбора рабочей камеры принимаем высотой 400 см. Марка колец КЦ –20– 6 (1 шт.) и КЦ –20 – 9 (2 шт.). Основные характеристики колец представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Характеристики колец.

Размеры колец	Марка колец	
	КЦ –20 – 6	КЦ –20 – 9
Внутренний диаметр, м	2,0	2,0
Наружный диаметр, м	2,2	2,2
Высота, м	0,59	0,89
Масса колец, кг	980	1470

Плиту днища принимаем марки КЦД-20, круглую в плане с диаметром $2,5$ м, толщиной $0,12$ м и массой 1470 кг.

Определим параметры горловины, высота которых находится по формуле

$$H_{горл} = h_{ср} - 3,3, \quad (5.21)$$

где $h_{ср}$ – средняя высота траншеи, по формуле (5.3).

$$H_{горл} = 5,14 - 3,3 = 1,84 \text{ м}.$$

Принимаем для горловины стеновые кольца марки КЦ –20 – 6 (1 шт.), характеристики которых приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Характеристики колец.

Размеры колец	Марка кольца
	КЦ –20 – 6 (1 шт)
Внутренний диаметр, м	2
Наружный диаметр, м	2,2
Высота, м	0,59
Толщина стенки, см	1
Масса колец, кг	980

Плиты перекрытия принимаем марки КЦПЗ-20 с внутренним диаметром лаза 1 м, наружным диаметром 2,2 м, массой 1130 кг.

На плиту перекрытия опирается опорная плита КЦО-2, длиной и шириной $l \times b = 1,7$ м, толщиной 0,15 м, с внутренним диаметром 1 м, массой 800 кг. Внутрь опорной плиты вставляется кольцо опорное марки КЦО-1 с внутренним диаметром 0,58 м, наружным 0,84, толщиной 0,07 м и массой 50 кг.

5.2 Определение объёма земли подлежащей вывозу в отвал за пределы стройки

После монтажа трубопровода и предварительного испытания часть грунта, извлекаемого при разработке траншеи, используется для обратной засыпки. Лишняя часть грунта подлежит вывозу в отвал за пределы строительства. Засыпка трубопровода грунтов производится бульдозером.

Объем грунта, вывозимого в отвал за пределы строительства определяется по формуле

$$V_{отв} = (V_{тр} + V_{кол}) \cdot K_{пр}, \quad (5.22)$$

где $V_{тр}$ – объем грунта, вытесняемый трубопроводом;

$V_{кол}$ – объем грунта, вытесняемый колодцами;

$K_{пр}$ – коэффициент первоначального увеличения объема грунта при его рыхлении, для супеси принимается равным 1,15.

Находим объем грунта, вытесняемый трубопроводом

$$V_{тр} = \frac{\pi \cdot d_n^2}{4} \cdot l_1 \cdot K_p, \quad (5.23)$$

где K_p – коэффициент, учитывающий объем земли, который вытесняется раструбами или муфтами, для гладких труб применяется $K_p = 1$;

l_1 – длина трубопровода за вычетом суммарного диаметра всех колодцев, м., определяется по формуле

$$l_1 = L - D_n^{кол} \cdot N, \quad (5.24)$$

где $D_n^{кол}$ – наружный диаметр колодца, 2,0 м;
 N – количество колодцев.

$$l_1 = 1425 - 2 \cdot 16 = 1393 \text{ м},$$

$$V_{mp} = \frac{3,14 \cdot 0,43^2}{4} \cdot 1425 \cdot 1 = 206,8 \text{ м}^3.$$

Объем грунта, вытесняемый колодцами будет определяться по формуле

$$V_{кол} = \frac{\pi \cdot D_k^2}{4} \cdot h_{кол} \cdot N, \quad (5.25)$$

где $h_{кол}$ – глубина колодца, м;
 D – диаметр колодца, м;
 N – количество колодцев.

$$V_{кол} = \frac{3,14 \cdot 2^2}{4} \cdot 5,14 \cdot 16 = 258,2 \text{ м}^3,$$

$$V_{отв} = (206,8 + 258,2) \cdot 1,15 = 534,75 \text{ м}^3.$$

Результаты расчета объемов земляных работ приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Объемы земляных масс

Наименование работы	Основные параметры выемки				Объем грунта	
	Ширина, м		Глубина , h _{ср} м	Длина, м	Обозна чение	Количество, м ³
	По верху, Е _{ср}	По низу, В				
Механизированные земляные работы						
Разработка траншеи	9,64	0,9	5,14	1365,8	V _м ¹	42629,6
Разработка котлованов под колодцы	12,1	12,1	5,39	59,2	V _м ²	5397,6
Вывоз грунта в отвал за пределы строительства	51,7	51,7	0,2		V _{отв}	534,75
Ручные земляные работы						
Разработка недобора грунта	0,9	0,9	0,2	1425	V _р ¹	289,6
Рытье приямков	0,6	0,6	0,93	0,2	V _р ²	12,76
Общий объем разработки:					V	48326,9
в т. ч. механизированной;					V _м	48027,2
в т. ч. ручной					V _р	299,7

5.3 Предварительный выбор комплекта машин

Состав комплекта машин определяется механизированными видами работ: разработка грунта под колодцы; вывоз грунта в отвал; разгрузка труб, арматуры, элементов колодцев; монтаж трубопровода и арматуры; выравнивание грунта; обратная засыпка котлована или траншеи; планировка траншеи.

Экскаватор в данном комплекте машин является ведущим. В зависимости от производительности экскаватора подбираются марки других машин: самосвала, бульдозера, крана. Для отрывки траншеи используют экскаваторы-драглайны или экскаваторы с обратной лопатой. Продолжительность строительства – 30 дней.

Принимаем одноковшовый экскаватор с обратной лопатой, марки ЭО 4121А и экскаватор-драглайн марки ЭО-5111 ЕХЛ. Основные характеристики экскаваторов приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Основные характеристики экскаваторов

Наименование характеристики	Экскаватор с обратной лопатой марки ЭО 4121А	Экскаватор-драглайн марки ЭО-5111 ЕХЛ
1	2	3
Вместимость ковша $V_k, м^3$	1	1
Наибольшая глубина копания $H_k, м$	7,45	12,5
Наибольшая глубина выгрузки $H_g, м$	5	4,1
Наибольший радиус выгрузки $R_g, м$	7,25	12,2
Наибольший радиус резания $R_p, м$	4,6	13,5

Наибольшая глубина копания экскаватора должна быть не менее наибольшей глубины траншеи - $H_k \geq h_2$.

Проверяем условие для экскаватора с обратной лопатой

$7,45 \geq 7,27$ - условие выполняется.

Проверяем условие для экскаватора-драглайна

$12,5 \geq 7,27$ - условие выполняется.

Грунт относится ко второй категории, плотность супеси равна $1,3 \text{ т/м}^3$. Для транспортирования грунта принимаем автосамосвал марки КАМАЗ-5511. Выбор марки зависит от выбора экскаватора: технические данные самосвала должны соответствовать марки экскаватора, вместимость кузова должна вмещать не менее трех ковшей экскаватора. Грузоподъемность самосвала при транспортировании грунта на расстояние более 1 км принимаем 10 тонн.

Количество ковшей экскаватора, необходимое для загрузки самосвала

$$n = \frac{G}{\gamma \cdot \varepsilon \cdot K_n}, \quad (5.26)$$

где G —грузоподъемность самосвала, 10 т;

γ — плотность грунта, $1,3 \text{ т/м}^3$;

ε — емкость ковша экскаватора, 1 м^3 ;

K_n — коэффициент наполнения ковша, 0,85.

$$n = \frac{10}{1,3 \cdot 1 \cdot 0,85} = 9 \text{ шт.}$$

Длительность погрузки одного самосвала находим по формуле

$$t_{\text{ног}} = \frac{n}{n_y \cdot K_T}, \quad (5.27)$$

где n_y — число циклов экскавации в минуту, 1;

K_T — коэффициент, учитывающий условия подачи самосвала в забой, 0,85.

$$t_{noz} = \frac{9}{1 \cdot 0,85} = 11 \text{ мин.}$$

Количество рейсов самосвалов в смену будет определяться по формуле

$$P_p = \frac{t_{cm} \cdot 60}{t_{noz} + \frac{2 \cdot L}{V \cdot 60} + t_p + t_m}, \quad (5.28)$$

где L – дальность перевозки грунта, км;

V – средняя скорость движения, км/ч;

t_p – длительность разгрузки, 1 мин;

t_m – длительность маневрирования машины, 3 мин;

t_{cm} – продолжительность смены, ч.

$$P_p = \frac{8 \cdot 60}{11 + \frac{2 \cdot 3}{30 \cdot 60} + 1 + 3} = 32 \text{ рейса.}$$

Производительность самосвала в смену

$$P_a = \frac{G}{\gamma} \cdot P_p, \quad (5.29)$$

где G , γ – то же, что и в формуле (5.14)

$$P_a = \frac{10}{1,3} \cdot 32 = 246,2 \text{ м}^3.$$

Производительность самосвала T_a принимаем такой же, как и производительность экскаватора $T_э$, равной 8 ч.

Объем грунта вывозимого самосвалом за одну смену равен

$$V_{cm} = \frac{V_{омб}}{T_a}, \quad (5.30)$$

где $V_{омб}$ – по формуле (5.22).

$$V_{cm} = \frac{534,75}{8} = 66,8 \text{ м}^3.$$

Количество самосвалов необходимых для транспортировки избыточного грунта определяются по формуле

$$N_a = \frac{V_{cm}}{П_a}, \quad (5.31)$$

$$N_a = \frac{66,8}{246,2} = 0,27 = 1 \text{ шт.}$$

Принимаем 1 самосвал марки КАМАЗ-5511.

При работе экскаватора поочередно в транспорт и навывет требуемое количество самосвалов определяется по формуле

$$N_a = \frac{V_{cm}}{П_a \cdot K_{оч}}; , \quad (5.32)$$

где $K_{оч}$ – коэффициент, учитывающий поочередную работу экскаватора навывет и в транспорт.

Значение $K_{оч}$ определяется по формуле

$$K_{оч} = \frac{П_{нав} / П_{трансп}}{(V_{нав} / V_{трансп}) + (П_{нав} / П_{трансп})}, \quad (5.33)$$

где $П_{нав}$ и $П_{трансп}$ – производительность при работе навывет и в транспорт;
 $V_{нав}$ и $V_{трансп}$ – объемы грунта, разрабатываемого навывет и в транспорт.

$V_{трансп}$ следует принимать равным $V_{отв}$.

Производительность экскаватора при работе навывет определяется по формуле

$$П_{нав} = \frac{t_{cm} \cdot 100 \cdot (1 - P)}{H_{вр1}}, \quad (5.34)$$

где P – количество избыточного грунта, погружаемого в транспорт, в долях единицы (за единицу принят весь объем грунта, разрабатываемого экскаватором)

$H_{вр1}$ – норма времени на разработку грунта экскаватором при работе навывмет, 1,8.

Количество избыточного грунта, погружаемого в транспорт, в долях единицы находим по формуле

$$P = \frac{V_{отв}}{V_M}, \quad (5.35)$$

$$P = \frac{534,75}{34376,1} = 0,011 \text{ м}^3, .$$

Тогда производительность экскаватора при работе навывмет равна

$$\Pi_{нав} = \frac{8 \cdot 100 \cdot (1 - 0,011)}{1,8} = 437,8 \text{ м}^3.$$

Производительность экскаватора при работе в транспорт определяется по формуле

$$\Pi_{трансп} = \frac{t_{см} \cdot 100 \cdot P}{H_{вр2}}, \quad (5.36)$$

где $H_{вр2}$ – норма времени на разработку грунта экскаватором при погрузке в транспорт, 2,4.

$$\Pi_{трансп} = \frac{t_{см} \cdot 100 \cdot P}{H_{вр2}} = \frac{8 \cdot 100 \cdot 0,011}{2,4} = 3,7 \text{ м}^3, .$$

Значение объема $V_{нав}$ грунта, разрабатываемого навывмет, следует определять по формуле

$$V_{нав} = V - V_p - V_{отв}, \quad (5.37)$$

$$V_{нав} = 48326,9 - 299,7 - 534,75 = 47492,45 \text{ м}^3.$$

Находим значение K_{oc}

$$K_{oc} = \frac{437,8/3,7}{(47492,45/534,75) + (437,8/3,7)} = 0,57,$$

Тогда количество самосвалов по формуле (4.35) будет равно

$$N_a = \frac{66,8}{246,2 \cdot 0,57} = 0,48 \approx 1 \text{ самосвал.}$$

5.4 Выбор механизмов для обратной засыпки траншеи и ее планировки

Для обратной засыпки грунта после проведения гидравлический испытаний целесообразно использовать бульдозер. Принимаем бульдозер ДЗ-117.

Продолжительность работ по обратной засыпке траншеи и планировке траншеи и отвала определяется по формуле

$$T_{\phi} = \frac{F_{nl} \cdot H_{\phi p}}{1000 \cdot T_{cm}}, \quad (5.38)$$

где F_{nl} – площадь планируемой поверхности, m^2 , определяется по формуле

$$F_{nl} = F_{nl1} + F_{nl2}, \quad (5.39)$$

$$F_{nl1} = [E_{cp} + B + h_2 \cdot (1 - m)] \cdot L, \quad (5.40)$$

где E_{cp} – средняя ширина траншеи по верху, m ;

B – ширина траншеи по дну, m ;

h_2 – глубина прокладки в конце трубопровода, m ;

m – коэффициент откоса траншеи, 0,85.

$$b = 2 \cdot H_{отв} = 2 \cdot 5,5 = 11m; \quad (5.41)$$

$$H_{отв} = \sqrt{F_{отв}} = 5,5m; \quad (5.42)$$

$$F_{отв} = F_{cp} \cdot K_{перв} \cdot K = 17,9 \cdot 1,15 \cdot 0,98 = 20,17m^2., \quad (5.43)$$

где $K_{перв}$ – коэффициент первоначального увеличения объема грунта при его рыхлении, принимается равным 1,12-1,17 для супеси;

K – коэффициент, учитывающий уменьшение площади поперечного сечения отвала при вывозе за пределы строительной площадки избыточного грунта в объеме равном объему грунта, вытесняемому трубопроводом и колодцами, и равен 0,98.

$$F_{н1} = [9,64 + 0,9 + 7,27 \cdot (1 - 0,85)] \cdot 1425 = 16573,5 \text{ м}^2.$$

Площадь планируемой поверхности на месте свалки избыточного грунта:

$$F_{н2} = \frac{V_{отв}}{h} = \frac{534,75}{0,2} = 2673,75 \text{ м}^2, \quad (5.44)$$

где h – толщина слоя отсыпки, равная 0,1-0,2 м.

$$F_{нл} = 16573,5 + 2673,75 = 19247,25 \text{ м}^2;$$

$$T_6 = \frac{19247,25 \cdot 1,2}{1000 \cdot 8} = 2,88 = 3 \text{ смены}.$$

5.5 Определение технико-экономических показателей

Окончательный выбор комплекта машин производим на основе технико-экономических показателей, таких как продолжительность земляных работ, себестоимость разработки 1 м^3 грунта и трудоемкость разработки 1 м^3 грунта.

Продолжительность работы экскаватора по отрывке траншеи $T_э$ определяется по формуле

$$T_э = \frac{V_m}{\Pi_э}, \quad (5.45)$$

где V_m – объём грунта, вырабатываемого механизированным способом, м^3 ;

$\Pi_э$ – нормативная производительность экскаватора в смену определяется по формуле

$$\Pi_э = t_{см} \cdot 100 \cdot \left(\frac{1-P}{H_{ер1}} + \frac{P}{H_{ер2}} \right), \text{ м}^3 \text{ в смену}, \quad (5.46)$$

где $t_{см}$ – продолжительность смены, 8 ч;

P – количество избыточного грунта, погружаемого в транспорт в долях единицы.

$$P = \frac{V_{отв}}{V_m} = \frac{534,75}{48027,2} = 0,011, \quad (5.47)$$

$H_{вр1}$, $H_{вр2}$ – соответственно норма времени на разработку экскаватором при работе в отвал и при погрузке в транспорт.

Нормативная производительность экскаватора с обратной лопатой в смену:

$$P_9^o = 8 \cdot 100 \cdot \left(\frac{1 - 0,011}{1,8} + \frac{0,011}{2,4} \right) = 443,2 \text{ м}^3 \text{ в смену.}$$

Нормативная производительность драглайна в смену:

$$P_9^d = 8 \cdot 100 \cdot \left(\frac{1 - 0,011}{1,9} + \frac{0,011}{2,5} \right) = 419,5 \text{ м}^3 \text{ в смену.}$$

Продолжительность работы экскаватора с обратной лопатой по отрывке траншеи:

$$T_9^o = \frac{48027,2}{443,2} = 108 \text{ смен.}$$

Продолжительность работы драглайна по отрывке траншеи:

$$T_9^d = \frac{48027,2}{419,5} = 114 \text{ смен.}$$

Себестоимость отрывки 1 м^3 грунта траншеи находим по формуле

$$C_{отр} = \frac{1,08 \cdot \Sigma C_{маш} \cdot T_i + 1,5 \cdot \Sigma Z_p}{V}, \quad (5.48)$$

где $C_{маш.ч}$ – производственная себестоимость машино-часа отдельных машин, входящих в комплект (экскаватор, бульдозер, самосвал);

T_i – продолжительность работы отдельных машин на стройке в сменах;

ΣZ_p – заработная плата рабочих, выполняющих ручные работы.

$$\Sigma C_{маш}^O \cdot T = 43,28 \cdot 108 + 48,56 \cdot 3 + 36,8 \cdot 1 = 4856,7 \text{ руб.ч}, \quad (5.49)$$

$$\Sigma C_{маш}^{\partial} \cdot T = 49,44 \cdot 114 + 48,56 \cdot 3 + 36,8 \cdot 1 = 5818,6 \text{ руб.ч}, \quad (5.50)$$

$$\Sigma Z_p = Z_p \cdot V_p = 0,544 \cdot 299,7 = 163 \text{ руб.}, \quad (5.51)$$

где Z_p – расценка на разработку 1 м³ грунта для немерзлого грунта I группы принимается 0,544 руб./м³;

V_p – объём грунта подлежащей выемке при прокладке трубопровода

Находим себестоимость отрывки 1 м³ грунта траншеи экскаватором с обратной лопатой по формуле (5.48)

$$C_{отр}^o = \frac{1,08 \cdot 4856,7 + 1,5 \cdot 163}{48326,9} = 0,113 \text{ руб./м}^3.$$

Определяем себестоимость отрывки 1 м³ грунта траншеи драглайном по формуле (5.50)

$$C_{отр}^{\partial} = \frac{1,08 \cdot 5818,6 + 1,5 \cdot 163}{48326,9} = 0,135 \text{ руб./м}^3.$$

Трудоёмкость отрывки 1 м³ грунта находим по формуле

$$M_{отр} = \frac{\Sigma M_{м} + \Sigma M_{р}}{V}, \quad (5.52)$$

где $\Sigma M_{м}$ – затраты труда по управлению и обслуживанию машин, чел.-ч/маш.-ч.

$\Sigma M_{р}$ – затраты труда на ручные операции, чел.-ч/маш.-ч.

Затраты труда по управлению и обслуживанию машин находим по формуле

$$\Sigma M_{м} = M_{э} + M_{б} + M_{а} \text{ чел.-ч / маш.-ч}, \quad (5.53)$$

где $M_{э}$, $M_{б}$, $M_{а}$ – произведение время работы соответствующих машин, выраженное в часах, на затраты труда на обслуживание строительных машин.

Для экскаватора с обратной лопатой затраты труда по управлению и обслуживанию машин будут равны

$$\Sigma M_m^o = 2,69 \cdot 312 + 1,48 \cdot 24 + 1,7 \cdot 8 = 888,4 \text{ чел.} - \text{ч} / \text{маш.} - \text{ч},$$

Для экскаватора-драглайна:

$$\Sigma M_m^d = 2,69 \cdot 656 + 1,48 \cdot 24 + 1,7 \cdot 8 = 1813,7 \text{ чел.} - \text{ч} / \text{маш.} - \text{ч},$$

Определяем затраты труда на ручные операции

$$\Sigma M_p = H_{ep} \cdot V_p = 0,9 \cdot 299,7 = 268,38 \text{ чел.} - \text{ч} / \text{маш.} - \text{ч}, \quad (5.54)$$

где H_{ep} – норма времени на ручную разработку 1 м^3 грунта, равна 0,9.

Тогда трудоёмкость отрывки 1 м^3 грунта для экскаватора с обратной лопатой будет равна

$$M_{отр}^o = \frac{888,4 + 268,38}{48326,9} = 0,024 \text{ чел.} - \text{ч} / \text{маш.} - \text{ч},$$

Для экскаватора-драглайна:

$$M_{отр}^d = \frac{1813,7 + 268,38}{48326,9} = 0,043 \text{ чел.} - \text{ч} / \text{маш.} - \text{ч}.$$

Результаты проведенного технико-экономического расчета представлены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 - Техничко-экомические показатели

Техничко-экомические показатели	Единицы измерения	Экскаватор	
		с обратной лопатой	драглайн
Продолжительность работы, T	смена	108	114
Себестоимость разработки, 1 м^3 грунта, $C_{отр}$	руб./ м^3	0,113	0,135
Трудоёмкость	чел.-	0,024	0,043

разработки 1 м ³ грунта, <i>M_{отр}</i>	ч/м ³		
---	------------------	--	--

В соответствии с данными таблицы 5.4 принимаем наиболее экономичный вариант - экскаватор с обратной лопатой.

5.6 Определение размеров забоя

В зависимости от размеров траншеи и рабочих параметров экскаватора, определяют расчетные параметры забоя, для этого определяют местоположение оси движения экскаватора относительно оси траншеи, месторасположение отвала относительно бровки траншеи, площадь сечения и размер отвала и ширину забоя.

Расстояние от бровки траншеи до основания отвала находим по формуле

$$a = h_2 \cdot (1 - m) = 7,27 \cdot (1 - 0,85) = 1,09 \text{ м}, \quad (5.55)$$

где h_2 – наибольшая глубина траншеи, 7,2 м.

Расстояние от бровки траншеи до основания отвала принимаем 1 м в целях безопасности.

Общая ширина забоя, включая отвал:

$$A = E_{cp} + a + b = 9,64 + 1 + 11 = 21,64 \text{ м}. \quad (5.56)$$

Положение оси движения экскаватора может быть смещено от оси траншеи на расстояние в сторону отвала, а также может совпадать с осью траншеи, если соблюдается условие $R_e \geq A_1$,

где R_e – наибольший радиус выгрузки экскаватора, 7,25 м;

A_1 – расстояние, которое определяется по формуле

$$A_1 = \frac{E_{cp}}{2} + a + \frac{b}{2} = \frac{9,64}{2} + 1 + \frac{0,9}{2} = 6,27 \text{ м}. \quad (5.57)$$

Условие выполняется: $7,25 > 6,27 \text{ м}$.

5.7 Выбор кранового оборудования для монтажа трубопровода

Для укладки труб, монтажа колодцев или арматуры используют автомобильные или пневмоколесные краны, которые выбирают в зависимости от массы самого тяжелого элемента, требуемого вылета стрелы и массы грузозахватных элементов. Самым тяжелым элементом является стеновое кольцо массой 1470 кг.

Требуемая грузоподъемность крана определяется по формуле

$$G = Q \cdot K_{cp} = 1470 \cdot 1,1 = 1617 \text{ кг}, \quad (5.58)$$

где Q – масса самого тяжелого элемента (кольца стенового КЦ-20-9) при монтаже трубопровода, кг;

K_{cp} – коэффициент, учитывающий массу грузозахватных приспособлений, 1,1.

Кран располагается ближе к бровке траншеи, а различные элементы и заготовки труб за ним, ось движения крана расположена параллельно к траншее.

Требуемый вылет стрелы крана:

$$L_c = \frac{b_1}{2} + 1,2 \cdot m \cdot h_2 + \frac{B_{кр}}{2} = \frac{3,7}{2} + 1,2 \cdot 0,85 \cdot 7,27 + \frac{2,5}{2} = 10 \text{ м}, \quad (5.59)$$

где b_1 – ширина котлована по низу, м;

m – заложение откосов траншеи;

h_2 – максимальная глубина траншеи, м;

$B_{кр}$ – ширина базы крана (ширина колеи, принимается равной 2,5 м).

Кран подбираем марки КС-3562Б на базе МАЗ-5334 с максимальной грузоподъемностью 10 тонн, длиной стрелы 10 м.

В результате расчетов, окончательным выбором комплекта машин является экскаватор обратная лопата ЭО4121А, объём ковша 1 м^3 ; автосамосвал марки КАМАЗ 5111 грузоподъемностью 10 т; бульдозер ДЗ 117; кран КС-3562Б.

Календарный план производства работ и график движения рабочей силы представлены в приложении Е.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В бакалаврской работе было рассмотрено водоснабжение города численностью 70000 человек. Источником водоснабжения служит река, с расходом воды $19800 \text{ м}^3/\text{с}$, скоростью 5-7 м/с, мутностью 67 мг/л, цветностью 40°.

Была запроектирована водопроводная кольцевая сеть из полиэтиленовых труб по ГОСТ 18599-2001*.

Для забора воды из поверхностного источника запроектировано водозаборное сооружение с русловым водоприемником раздельного типа, с затопленным оголовком и самотечными водоводами.

Насосная станция первого подъема запроектирована отдельностоящей, подобраны два рабочих насоса и один резервный. На чертеже представлен план и разрез насосной станции, габаритные размеры насоса.

Выбрана установка по обеззараживанию воды УДВ-6А500-10-200-С.

Также была разработана схема прокладки полиэтиленового трубопровода диаметром 400 мм и длиной 1425 м на участке 1-3 кольцевой водопроводной сети. Были подобраны механизмы и оборудование, определены объёмы земляных масс, также составлен календарный план производства работ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 ГН 2.1.5.1315–03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования». М.: Минздрав России, 2003.
 - 2 СанПиН 2.1.4.1074–01 «Питьевая вода. гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. контроль качества». Минздрав России. М.: 2002г., 103 с.
 - 3 СП 10.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности.».
 - 4 СП 8.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности».
 - 5 Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения. Справочник/Б.Н. Репин. – М.: Высш. шк., 1995. – 431 с.
 - 6 Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб/Ф.А. Шевелев, А.Ф. Шевелев. – М.: Стройиздат, 1984. – 116 с.
 - 7 Кожинов В.Ф. Очистка питьевой и технической воды. М., Стройиздат, 1971. 304 с.
 - 8 Водозаборные сооружения для водоснабжения из поверхностных источников/Под ред. К.А. Михайлова, А.С. Образовского. – М.: Стройиздат, 1976. – 368 с.
 - 9 Водоснабжение/Н.Н. Абрамов. – М.: Стройиздат, 1974. – 480 с.
 - 10 Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: В 3-х т. – Т 1. Системы водоснабжения. Водозаборные сооружения / Научно-методическое руководство и общая редакция докт. техн. наук, проф. Журбы М.Г. Вологда – Москва: ВоГТУ, 2001. – 209 с.
 - 11 Справочник по эксплуатации систем водоснабжения, канализации газоснабжения /Под ред. С.М. Шифрина. – Л.: Стройиздат, 1976. – 385 с.
 - 12 ЕНиР. Сборник Е2. Земляные работы. Вып. 1. Механизированные и ручные земляные работы/Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1986. – 224 с
 - 13 СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84».
 - 14 СП 129.13330.2012 «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации. Актуализированная редакция СНиП 3.05.04-85*».
 - 15 ГН 2.1.6. 1338-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Минздрав России, М.:2003 г.
- СТО 4.2-07-2014 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица 1– График водопотребления по часам суток.

Часы суток	Хозяйственно – питьевые нужды,		Нужды местной промышл енности	Поливк а улиц и зеленны х насажде ний	Расход на нужды промышленного предприятия		Всего	
	К%	м ³ /ч	м ³ /ч	м ³ /ч	Душев ые м ³ /ч	Хозяйств енно- питьевые , м ³ /ч	м ³ /ч	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0–1	2,5	523,25	87,20	583,33	7,03	1,625	1202,44	4,50
1–2	2,65	554,65	87,20	583,33		1,625	1226,80	4,60
2–3	2,2	460,46	87,20	583,33		1,625	1132,62	4,26
3–4	2,25	470,93	87,20	583,33		1,625	1143,08	4,30
4–5	3,2	669,76	87,20	583,33		1,625	1341,92	5,00
5–6	3,9	816,27	87,20			1,625	905,10	3,41
6–7	4,5	941,85	87,20			1,625	1030,68	3,88
7–8	5,1	1067,43	87,20			1,625	1156,26	4,35
8–9	5,35	1119,76	87,20		7,03	1,625	1215,61	4,50
9–10	5,85	1224,41	87,20			1,625	1313,23	4,90
10–11	5,35	1119,76	87,20			1,625	1208,58	4,55
11–12	5,25	1098,83	87,20			1,625	1187,65	4,45
12–13	4,6	962,78	87,20			1,625	1051,61	3,96
13–14	4,4	920,92	87,20			1,625	1009,75	3,80
14–15	4,6	962,78	87,20			1,625	1051,61	3,96
15–16	4,6	962,78	87,20			1,625	1051,61	3,96
16–17	4,9	1025,57	87,20		7,03	1,625	1121,43	4,22
17–18	4,8	1004,64	87,20			1,625	1093,47	4,12
18–19	4,7	983,71	87,20			1,625	1072,54	4,04
19–20	4,5	941,85	87,20			1,625	1030,68	3,88
20–21	4,4	920,92	87,20			1,625	1009,75	3,80
21–22	4,2	879,06	87,20			1,625	967,89	3,64
22–23	3,7	774,41	87,20			1,625	863,24	3,25
23–24	2,7	565,11	87,20	583,33		1,625	1237,27	4,66
Итого	100	20930	2093,00	3500	21,09	39	26562,00	100,00

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица 2 – Расчет регулирующей емкости резервуара чистой воды

Часы суток	Подача воды НС-I подъема, %	Поступление воды в РЧВ, %	Расход воды из РЧВ, %	Остаток воды в РЧВ, %
1	2	3	4	5
0–1	4,16	0,34		0,84
1–2	4,16	0,44		1,28
2–3	4,16	0,10		1,38
3–4	4,16	0,14		1,53
4–5	4,16	0,84		2,37
5–6	4,16		-0,75	1,61
6–7	4,17		-0,29	1,32
7–8	4,17	0,18		1,51
8–9	4,17	0,33		1,84
9–10	4,17	0,73		2,57
10–11	4,17	0,38		2,95
11–12	4,17	0,28		3,23
12–13	4,17		-0,21	3,02
13–14	4,17		-0,37	2,65
14–15	4,17		-0,21	2,44
15–16	4,17		-0,21	2,23
16–17	4,17	0,05		2,28
17–18	4,17		-0,05	2,22
18–19	4,17		-0,13	2,09
19–20	4,17		-0,29	1,80
20–21	4,17		-0,37	1,43
21–22	4,17		-0,53	0,91
22–23	4,16		-0,91	0
23–24	4,16	0,50		0,50
Итого	100	4,32	-4,32	0,84

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица 3 – Определение путевых отборов

№ участков	Расчетная длина участка, м	Путевые отборы воды, л/с, при максимальном	
		водоразборе	водоразборе при пожаре
1	2	3	4
1-2	650	30,67	30,67
2-3	775	36,57	36,57
3-4	500	23,59	23,59
4-5	850	40,11	40,11
5-6	850	40,11	40,11
6-7	665	31,38	31,38
7-8	500	23,59	23,59
8-1	725	34,21	34,21
2-9	600	28,31	28,31
8-9	325	15,33	15,33
9-4	700	33,03	33,03
7-5	750	35,39	35,39
Итого:	7890	372,30	372,30

Таблица 4 – Определение узловых расходов

№ узла	№ участка, примыкающего к узлу	Узловые расходы воды, л/с, при максимальном	
		водоразборе	водоразборе при пожаре
1	1-2,1-8	32,44	32,44
2	2-3,2-9,2-1	47,78	47,78
9	9-2,9-8,9-4	38,34	38,34
8	8-1,8-9,8-7	36,57	36,57
3	2-3,3-4	30,08	30,08
4	3-4,4-9,4-5	48,37	48,37
5	4-5,5-6,5-7	57,80	57,80
6	5-6,6-7	35,74	35,74
7	6-7,7-8,7-5	45,18	45,18
Итого		372,30	372,30

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Таблица 5 – Гидравлический расчет сети в час наибольшего водопотребления

№ кольц а	№ учас тка	$l, м$	$q, л/с$	$d, мм$	$v, м/с$	δ	S_0	$S = S_0 \cdot \delta \cdot l$	$S \cdot q$	$h = S \cdot q^2$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Предварительное распределение										
I	1-2	650	190,36	400	1,950	0,86	0,2578	0,000144	0,0274	-5,22
	2-9	600	30,00	225	0,972	1,00672	5,231	0,00316	0,0948	-2,84
	9-8	325	50,00	280	1,045	0,99145	1,663	0,000536	0,0268	1,34
	1-8	725	150,00	400	1,536	0,90732	0,2578	0,00017	0,0254	3,82
									0,1744	$\Delta h = -2,91$ $\Delta q = 8,34$
II	2-3	775	112,53	400	1,153	0,96987	0,2578	0,000194	0,0218	-2,45
	3-4	500	82,45	355	1,073	0,98613	0,482	0,000238	0,0196	-1,62
	4-9	700	41,66	250	1,090	0,9829	3,004	0,002067	0,0861	3,59
	9-2	600	30,00	225	0,972	1,00672	5,231	0,00316	0,0948	2,84
									0,2223	$\Delta h = 2,36$ $\Delta q = -5,31$
III	9-8	325	50,00	280	1,045	0,99145	1,663	0,000536	0,0268	-1,34
	8-7	500	63,43	315	1,045	0,99145	0,8995	0,000446	0,0283	1,79
	7-5	750	7,94	110	1,0786	0,98505	221,4	0,163568	1,2987	-10,31
	5-4	850	75,74	355	0,990	1	0,482	0,00041	0,0310	-2,35
	4-9	700	41,66	250	1,090	0,9829	3,004	0,002067	0,0861	-3,59
									1,4709	$\Delta h = -15,79$ $\Delta q = 5,37$
IV	7-5	750	7,94	110	1,0786	0,98505	221,4	0,163568	1,2987	10,31
	5-6	850	10,00	125	1,048	0,99088	112,4	0,094669	0,9467	-9,47
	6-7	665	26,19	200	1,074	0,98594	9,677	0,006345	0,1662	4,35
									2,4116	$\Delta h = 5,20$ $\Delta q = -1,08$
№ кольца	№ участка	$\Delta q, л/с$		$\Delta q_{смест}, л/с$		$q, л/с$		$S \cdot q$		$h = S \cdot q^2$
1	2	3		4		5		6		7
I исправление										
I	1-2	-8,34				182,02		0,026231		-4,77
	2-9	-8,34		-5,31		16,35		0,051661		-0,84
	9-8	8,34		-5,37		52,97		0,028384		1,50
	1-8	8,34				158,34		0,026852		4,25
								0,133128	$\Delta h = 0,14$ $\Delta q = -0,51$	
II	2-3	5,31				117,84		0,022835		-2,69
	3-4	5,31				87,76		0,020857		-1,83
	4-9	-5,31		-5,37		30,98		0,064031		1,98

Продолжение таблицы 6

№ кольца	№ участка	Δq , л/с	$\Delta q_{\text{смеж.}}$ л/с	q , л/с	$S \cdot q$	$h = S \cdot q^2$
1	2	3	4	5	6	7
	9-2	-5,31	-8,34	16,35	0,051661	0,84
					0,159383	$\Delta h = -1,69$ $\Delta q = 5,31$
III	9-8	-5,37	8,34	52,97	0,028385	-1,50
	8-7	5,37		68,80	0,030678	2,11
	7-5	-5,37	-1,08	1,49	0,243716	-0,36
	5-4	-5,37		70,37	0,028831	-2,03
	4-9	-5,37	-5,31	30,98	0,064031	-1,98
					0,39564	$\Delta h = -3,77$ $\Delta q = 4,76$
IV	7-5	-1,08	-5,37	1,49	0,244124	0,36
	5-6	1,08		11,08	1,048929	-11,62
	6-7	-1,08		25,11	0,159316	4,00
					1,293053	$\Delta h = -7,26$ $\Delta q = 2,8$
II исправление						
I	1-2	0		182,02	0,026231	-4,77
	2-9	0,51	5,31	22,17	0,070054	-1,55
	9-8	-0,51	-4,76	47,70	0,02556	1,22
	1-8	0		158,34	0,026852	4,25
					0,148697	$\Delta h = -0,86$ $\Delta q = 2,88$
II	2-3	-5,31		112,53	0,021806	-2,45
	3-4	-5,31		82,45	0,019595	-1,62
	4-9	5,31	-4,76	31,53	0,065168	2,05
	9-2	5,31	0,51	22,17	0,07005	1,55
					0,176618	$\Delta h = -0,46$ $\Delta q = 1,31$
III	9-8	-4,76	-0,51	47,70	0,025559	-1,22
	8-7	4,76		73,56	0,032801	2,41
	7-5	-4,76	2,8	0,47	0,076877	0,04
	5-4	-4,76		65,61	0,02688	-1,76
	4-9	-4,76	5,31	31,53	0,065168	-2,05
					0,227285	$\Delta h = -2,59$ $\Delta q = 5,69$
IV	7-5	2,80	-4,76	0,47	0,076877	-0,04
	5-6	-2,80		8,27	0,783262	-6,48
	6-7	2,80		27,91	0,177081	4,94
					1,03722	$\Delta h = -1,57$ $\Delta q = 0,76$
III исправление						
I	1-2	-2,88		179,14	0,025816	-4,62
	2-9	-2,88	1,31	20,60	0,065093	-1,34
	9-8	2,88	-5,69	44,89	0,024054	1,08
	1-8	2,88		161,22	0,02734	4,41

Продолжение таблицы 6

№ кольца	№ участка	Δq , л/с	$\Delta q_{\text{смеж}}$, л/с	q , л/с	$S \cdot q$	$h = S \cdot q^2$
1	2	3	4	5	6	7
					0,142303	$\Delta h = -0,48$ $\Delta q = 1,68$
II	2-3	0		112,53	0,021806	-2,45
	3-4	0		82,45	0,019595	-1,62
	4-9	1,31	-5,69	27,15	0,056108	1,52
	9-2	1,31	-2,88	20,60	0,06509	1,34
					0,162599	$\Delta h = -1,21$ $\Delta q = 3,71$
III	9-8	-5,69	2,88	44,88	0,024051	-1,08
	8-7	5,69		79,25	0,035338	2,80
	7-5	5,69	-0,76	5,40	0,883265	4,77
	5-4	-5,69		59,92	0,024549	-1,47
	4-9	-5,69	1,31	27,15	0,056115	-1,52
					0,967203	$\Delta h = 3,50$ $\Delta q = -1,81$
IV	7-5	-0,76	5,69	5,40	0,883446	-4,77
	5-6	-0,76		7,51	0,711313	-5,34
	6-7	0,76		28,67	0,181903	5,22
					1,776663	$\Delta h = -4,90$ $\Delta q = 1,38$
IV исправление						
I	1-2	0		179,14	0,025816	-4,62
	2-9	-1,68	3,71	22,63	0,071508	-1,62
	9-8	1,68	1,81	48,38	0,025925	1,25
	1-8	0		161,22	0,02734	4,41
					0,150588	$\Delta h = -0,58$ $\Delta q = 1,93$
II	2-3	-3,71		108,82	0,021087	-2,29
	3-4	-3,71		78,74	0,018713	-1,47
	4-9	3,71	1,81	32,67	0,067517	2,21
	9-2	3,71	-1,68	22,63	0,071504	1,62
					0,178822	$\Delta h = 0,06$ $\Delta q = -0,15$
III	9-8	1,81	1,68	48,37	0,02592	-1,25
	8-7	-1,81		77,44	0,034531	2,67
	7-5	-1,81	-1,38	2,21	0,361484	0,80
	5-4	1,81		61,73	0,025291	-1,56
	4-9	1,81	3,71	32,67	0,067524	-2,21
					0,51475	$\Delta h = -1,55$ $\Delta q = 1,5$
IV	7-5	-1,38	-1,81	2,21	0,361783	-0,80
	5-6	-1,38		6,13	0,580671	-3,56
	6-7	1,38		30,05	0,190659	5,73
					1,133113	$\Delta h = 1,37$ $\Delta q = -0,6$

Продолжение таблицы 6

№ кольца	№ участка	Δq , л/с	$\Delta q_{\text{смеж.}}$ л/с	q , л/с	$S \cdot q$	$h = S \cdot q^2$
1	2	3	4	5	6	7
V исправление						
I	1-2	0		179,14	0,025816	-4,62
	2-9	0		22,63	0,071508	-1,62
	9-8	1,93	-1,5	48,81	0,026154	1,28
	1-8	0		161,22	0,02734	4,41
					0,150817	$\Delta h = -0,56$ $\Delta q = 1,85$
II	2-3	0		108,82	0,021087	-2,29
	3-4	0		78,74	0,018713	-1,47
	4-9	-0,15	-1,5	31,01	0,064097	1,99
	9-2	0		22,63	0,071504	1,62
					0,175401	$\Delta h = -0,16$ $\Delta q = 0,46$
III	9-8	-1,50	1,93	48,80	0,026148	-1,28
	8-7	1,50		78,94	0,0352	2,78
	7-5	1,50	0,6	4,31	0,704976	3,04
	5-4	-1,50		60,23	0,024676	-1,49
	4-9	-1,50	-0,15	31,02	0,064113	-1,99
					0,855114	$\Delta h = 1,07$ $\Delta q = -0,62$
IV	7-5	0,60	1,5	4,32	0,705831	-3,05
	5-6	0,60		6,73	0,637472	-4,29
	6-7	-0,60		29,45	0,186852	5,50
					1,530155	$\Delta h = -1,84$ $\Delta q = 0,6$
VI исправление						
I	1-2	0		179,14	0,025816	-4,62
	2-9	0		22,63	0,071508	-1,62
	9-8	1,85	0,62	51,28	0,027479	1,41
	1-8	0		161,22	0,02734	4,41
					0,152142	$\Delta h = -0,43$ $\Delta q = 1,4$
II	2-3	0		108,82	0,021087	-2,29
	3-4	0		78,74	0,018713	-1,47
	4-9	0,46	0,62	32,09	0,066335	2,13
	9-2	0		22,63	0,071504	1,62
					0,177639	$\Delta h = -0,02$ $\Delta q = 0,06$
III	9-8	0,62	1,85	51,27	0,027474	-1,41
	8-7	-0,62		78,32	0,034923	2,74
	7-5	-0,62	-0,60	3,09	0,505424	1,56
	5-4	0,62		60,85	0,02493	-1,52
	4-9	0,62	0,46	32,10	0,066346	-2,13
					0,659097	$\Delta h = -0,76$ $\Delta q = 0,58$

Продолжение таблицы 6

№ кольца	№ участка	Δq , л/с	$\Delta q_{\text{смеж.}}$ л/с	q , л/с	$S \cdot q$	$h = S \cdot q^2$
1	2	3	4	5	6	7
IV	7-5	-0,60	-0,62	3,10	0,506311	-1,57
	5-6	-0,60		6,13	0,580671	-3,56
	6-7	0,60		30,05	0,190659	5,73
					1,277641	$\Delta h = 0,6$ $\Delta q = -0,23$
VII исправление						
I	1-2	0		179,14	0,025816	-4,62
	2-9	0		22,63	0,071508	-1,62
	9-8	1,40	-0,58	52,10	0,027918	1,45
	1-8	0		161,22	0,02734	4,41
					0,152581	$\Delta h = -0,38$ $\Delta q = 1,25$
II	2-3	0		108,82	0,021087	-2,29
	3-4	0		78,74	0,018713	-1,47
	4-9	0,06	-0,58	31,57	0,065259	2,06
	9-2	0		22,63	0,071504	1,62
					0,176564	$\Delta h = -0,09$ $\Delta q = 0,25$
III	9-8	-0,58	1,40	52,10	0,027916	-1,45
	8-7	0,58		78,90	0,035182	2,78
	7-5	0,58	0,23	3,90	0,637913	2,49
	5-4	-0,58		60,27	0,024693	-1,49
	4-9	-0,58	0,06	31,58	0,065271	-2,06
					0,790975	$\Delta h = 0,26$ $\Delta q = -0,16$
IV	7-5	0,23	0,58	3,91	0,639612	-2,50
	5-6	0,23		6,36	0,602444	-3,83
	6-7	-0,23		29,82	0,1892	5,64
					1,431256	$\Delta h = -0,69$ $\Delta q = 0,24$
VIII исправление						
I	1-2	0		179,14	0,025816	-4,62
	2-9	0		22,63	0,071508	-1,62
	9-8	0		52,10	0,027918	1,45
	1-8	0		161,22	0,02734	4,41
					0,152581	$\Delta h = -0,38$
II	2-3	0		108,82	0,021087	-2,29
	3-4	0		78,74	0,018713	-1,47
	4-9	0		31,57	0,065259	2,06
	9-2	0		22,63	0,071504	1,62
					0,176564	$\Delta h = -0,09$

Окончание таблицы 6

<i>№ кольца</i>	<i>№ участка</i>	<i>Δq, л/с</i>	<i>$\Delta q_{\text{смеж.}}$ л/с</i>	<i>q, л/с</i>	<i>$S \cdot q$</i>	<i>$h = S \cdot q^2$</i>
III	9-8	0		52,10	0,027916	-1,45
	8-7	0		78,90	0,035182	2,78
	7-5	-0,16	-0,24	3,50	0,57178	2,00
	5-4	0		60,27	0,024693	-1,49
	4-9	0		31,58	0,065271	-2,06
					0,724841	$\Delta h = -0,23$
IV	7-5	-0,24	-0,16	3,51	0,573844	-2,01
	5-6	-0,24		6,12	0,579724	-3,55
	6-7	0,24		30,06	0,190722	5,73
					1,34429	$\Delta h = 0,17$

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Таблица 7 - Гидравлический расчет сети в час наибольшего водопотребления при пожаре

№ кольц а	№ учас тка	$l, м$	$q, л/с$	$d, мм$	$v, м/с$	δ	S_0	$S = S_0 \cdot \delta \cdot l$	$S \cdot q$	$h = S \cdot q^2$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Предварительное распределение										
I	1-2	650	207,86	400	2,728	0,79704	0,2578	0,000134	0,0278	-5,77
	2-9	600	30,00	225	0,972	1,00672	5,231	0,00316	0,0948	-2,84
	9-8	325	50,00	280	1,045	0,99145	1,663	0,000536	0,0268	1,34
	1-8	725	167,5	400	1,716	0,88524	0,2578	0,000165	0,0277	4,64
									0,1771	$\Delta h = -2,63$ $\Delta q = 7,43$
II	2-3	775	130,08	400	1,331	0,93773	0,2578	0,000187	0,0244	-3,17
	3-4	500	100,00	355	1,301	0,942	0,482	0,000227	0,0227	-2,27
	4-9	700	41,66	250	1,09	0,9829	3,004	0,002067	0,0861	3,59
	9-2	600	30,00	225	0,972	1,00672	5,231	0,00316	0,0948	2,84
									0,2280	$\Delta h = 0,99$ $\Delta q = -2,17$
III	9-8	325	50,00	280	1,045	0,99145	1,663	0,000536	0,0268	-1,34
	8-7	500	80,93	315	1,337	0,93671	0,8995	0,000421	0,0341	2,76
	7-5	750	7,94	110	1,0786	0,98505	221,4	0,163568	1,2987	-10,31
	5-4	850	93,29	355	1,21	0,9583	0,482	0,000393	0,0366	-3,42
	4-9	700	41,66	250	1,09	0,9829	3,004	0,002067	0,0861	-3,59
									1,4823	$\Delta h = -15,90$ $\Delta q = 5,36$
IV	7-5	750	7,94	110	1,0786	0,98505	221,4	0,163568	1,2987	10,31
	5-6	850	27,55	125	2,246	0,83286	112,4	0,079571	2,1922	-60,39
	6-7	665	43,69	200	1,792	0,87688	9,677	0,005643	0,2465	10,77
									3,7375	$\Delta h = -39,31$ $\Delta q = 5,26$

Таблица 8 – Продолжение гидравлического расчета сети в час наибольшего водопотребления

№ кольца	№ участка	Δq , л/с	$\Delta q_{\text{смеж}}$, л/с	q , л/с	$S \cdot q$	$h = S \cdot q^2$
1	2	3	4	5	6	7
I исправление						
I	1-2	-7,43		200,43	0,026769	-5,37
	2-9	-7,43	-2,17	20,40	0,064458	-1,31
	9-8	7,43	-5,36	52,07	0,027902	1,45
	1-8	7,43		174,93	0,028943	5,06
					0,148072	$\Delta h = -0,16$ $\Delta q = 0,55$
II	2-3	2,17		132,25	0,024778	-3,28
	3-4	2,17		102,17	0,023195	-2,37
	4-9	-2,17	-5,36	34,13	0,070541	2,41
	9-2	-2,17	-7,43	20,40	0,064458	1,31
					0,182972	$\Delta h = -1,92$ $\Delta q = 5,26$
III	9-8	-5,36	7,43	52,07	0,027901	-1,45
	8-7	5,36		86,29	0,036353	3,14
	7-5	-5,36	5,26	7,84	1,28237	-10,05
	5-4	-5,36		87,93	0,034523	-3,04
	4-9	-5,36	-2,17	34,13	0,070541	-2,41
					1,451687	$\Delta h = -13,81$ $\Delta q = 4,76$
IV	7-5	5,26	-5,36	7,84	1,282232	10,05
	5-6	-5,26		22,29	1,773647	-39,53
	6-7	5,26		48,95	0,27622	13,52
					3,3321	$\Delta h = -15,96$ $\Delta q = 2,4$
II исправление						
I	1-2	0		200,43	0,026769	-5,37
	2-9	-0,55	5,26	25,11	0,07934	-1,99
	9-8	0,55	-4,76	47,86	0,025646	1,23
	1-8	0		174,93	0,028943	5,06
					0,160698	$\Delta h = -1,07$ $\Delta q = 3,32$
II	2-3	-5,26		126,99	0,023793	-3,02
	3-4	-5,26		96,91	0,022001	-2,13
	4-9	5,26	-4,76	34,63	0,071575	2,48
	9-2	5,26	-0,55	25,11	0,07934	1,99
					0,196708	$\Delta h = -0,68$ $\Delta q = 1,74$
III	9-8	-4,76	0,55	47,86	0,025646	-1,23
	8-7	4,76		91,05	0,038358	3,49
	7-5	-4,76	2,40	5,48	0,89635	-4,91
	5-4	-4,76		83,17	0,032654	-2,72
	4-9	-4,76	5,26	34,63	0,071575	-2,48

Продолжение таблицы 8

№ кольца	№ участка	Δq , л/с	$\Delta q_{\text{смеж.}}$ л/с	q , л/с	$S \cdot q$	$h = S \cdot q^2$
1	2	3	4	5	6	7
					1,064583	$\Delta h = -7,84$ $\Delta q = 3,68$
IV	7-5	2,40	-4,76	5,47	0,895426	4,90
	5-6	-2,40		19,89	1,582676	-31,48
	6-7	2,40		51,35	0,289763	14,88
					2,767865	$\Delta h = -11,70$ $\Delta q = 2,11$
III исправление						
I	1-2	-3,32		197,11	0,026325	-5,19
	2-9	-3,32	1,74	23,53	0,074348	-1,75
	9-8	3,32	-3,68	47,50	0,025453	1,21
	1-8	3,32		178,25	0,029492	5,26
					0,155619	$\Delta h = -0,47$ $\Delta q = 1,52$
II	2-3	-1,74		125,26	0,023468	-2,94
	3-4	-1,74		95,17	0,021606	-2,06
	4-9	1,74	-3,68	32,69	0,067565	2,21
	9-2	1,74	-3,32	23,53	0,074348	1,75
					0,186986	$\Delta h = -1,04$ $\Delta q = 2,77$
III	9-8	-3,68	3,32	47,50	0,025452	-1,21
	8-7	3,68		94,73	0,039908	3,78
	7-5	-3,68	2,11	3,91	0,639549	-2,50
	5-4	-3,68		79,49	0,031209	-2,48
	4-9	-3,68	1,74	32,69	0,067565	-2,21
					0,803683	$\Delta h = -4,62$ $\Delta q = 2,87$
IV	7-5	2,11	-3,68	3,91	0,639151	2,50
	5-6	-2,11		17,78	1,41478	-25,15
	6-7	2,11		53,46	0,30167	16,13
					2,355601	$\Delta h = -6,53$ $\Delta q = 1,39$
IV исправление						
I	1-2	0		197,11	0,026325	-5,19
	2-9	-1,52	2,77	24,78	0,078306	-1,94
	9-8	1,52	-2,87	46,15	0,02473	1,14
	1-8	0		178,25	0,029492	5,26
					0,158853	$\Delta h = -0,73$ $\Delta q = 2,3$
II	2-3	-2,77		122,48	0,022948	-2,81
	3-4	-2,77		92,40	0,020977	-1,94
	4-9	2,77	-2,87	32,59	0,067358	2,20
	9-2	2,77	-1,52	24,78	0,078297	1,94
					0,18958	$\Delta h = -0,61$ $\Delta q = 1,62$

Продолжение таблицы 8

№ кольца	№ участка	Δq , л/с	$\Delta q_{\text{смеж.}}$ л/с	q , л/с	$S \cdot q$	$h = S \cdot q^2$
1	2	3	4	5	6	7
III	9-8	-2,87	1,52	46,14	0,024727	-1,14
	8-7	2,87		97,60	0,041117	4,01
	7-5	-2,87	1,39	2,43	0,397469	-0,97
	5-4	-2,87		76,62	0,030082	-2,30
	4-9	-2,87	2,77	32,59	0,067358	-2,20
					0,560754	$\Delta h = -2,59$ $\Delta q = 2,31$
IV	7-5	1,39	-2,87	2,42	0,396427	0,96
	5-6	-1,39		16,39	1,304176	-21,38
	6-7	1,39		54,85	0,309513	16,98
					2,010116	$\Delta h = -3,44$ $\Delta q = 0,86$
V исправление						
I	1-2	-2,30		194,80	0,026018	-5,07
	2-9	-2,30	1,62	24,10	0,076157	-1,84
	9-8	2,30	-2,31	46,14	0,024724	1,14
	1-8	2,30		180,55	0,029873	5,39
					0,156772	$\Delta h = -0,37$ $\Delta q = 1,18$
II	2-3	-1,62		120,87	0,022645	-2,74
	3-4	-1,62		90,78	0,020609	-1,87
	4-9	1,62	-2,31	31,90	0,065932	2,10
	9-2	1,62	-2,30	24,10	0,076149	1,84
					0,185335	$\Delta h = -0,67$ $\Delta q = 1,81$
III	9-8	-2,31	2,30	46,13	0,02472	-1,14
	8-7	2,31		99,91	0,042091	4,21
	7-5	-2,31	0,86	0,98	0,160296	-0,16
	5-4	-2,31		74,31	0,029175	-2,17
	4-9	-2,31	1,62	31,90	0,065932	-2,10
					0,322214	$\Delta h = -1,36$ $\Delta q = 2,12$
IV	7-5	0,86	-2,31	0,97	0,158459	0,15
	5-6	-0,86		15,53	1,235745	-19,19
	6-7	0,86		55,71	0,314366	17,51
					1,708569	$\Delta h = -1,52$ $\Delta q = 0,45$
VI исправление						
I	1-2	0		194,80	0,026018	-5,07
	2-9	-1,18	1,81	24,73	0,078148	-1,93
	9-8	1,18	-2,12	45,20	0,024221	1,09
	1-8	0		180,55	0,029873	5,39
					0,158259	$\Delta h = -0,51$ $\Delta q = 1,62$

Продолжение таблицы 8

№ кольца	№ участка	Δq , л/с	$\Delta q_{\text{смеж.}}$ л/с	q , л/с	$S \cdot q$	$h = S \cdot q^2$
1	2	3	4	5	6	7
II	2-3	-1,81		119,06	0,022306	-2,66
	3-4	-1,81		88,97	0,020198	-1,80
	4-9	1,81	-2,12	31,59	0,065292	2,06
	9-2	1,81	-1,18	24,73	0,078139	1,93
					0,185935	$\Delta h = -0,46$ $\Delta q = 1,23$
III	9-8	-2,12	1,18	45,20	0,024218	-1,09
	8-7	2,12		102,03	0,042984	4,39
	7-5	-2,12	0,45	0,69	0,112862	0,08
	5-4	-2,12		72,19	0,028343	-2,05
	4-9	-2,12	1,81	31,59	0,065292	-2,06
					0,273698	$\Delta h = -0,74$ $\Delta q = 1,35$
IV	7-5	0,45	-2,12	0,71	0,115343	-0,08
	5-6	-0,45		15,08	1,199937	-18,10
	6-7	0,45		56,16	0,316905	17,80
					1,632185	$\Delta h = -0,38$ $\Delta q = 0,12$
VII исправление						
I	1-2	0		194,80	0,026018	-5,07
	2-9	0		24,73	0,078148	-1,93
	9-8	1,62	-1,35	45,47	0,024365	1,11
	1-8	0		180,55	0,029873	5,39
					0,158404	$\Delta h = -0,50$ $\Delta q = 1,58$
II	2-3	0		119,06	0,022306	-2,66
	3-4	0		88,97	0,020198	-1,80
	4-9	1,23	-1,35	31,47	0,065046	2,05
	9-2	0		24,73	0,078139	1,93
					0,18569	$\Delta h = -0,47$ $\Delta q = 2,55$
III	9-8	-1,35	1,62	45,46	0,024362	-1,11
	8-7	1,35		103,38	0,043552	4,50
	7-5	1,35	-0,12	1,92	0,31405	0,60
	5-4	-1,35		70,84	0,027813	-1,97
	4-9	-1,35	1,23	31,47	0,065044	-2,05
					0,474821	$\Delta h = -0,02$ $\Delta q = 0,02$
IV	7-5	-0,12				
	5-6	0	1,35	1,94	0,317169	-0,62
	6-7	0		15,08	1,199937	-18,10
					1,834012	$\Delta h = -0,91$ $\Delta q = 0,25$

Окончание таблицы 8

VIII исправление						
I	1-2	0		194,80	0,026018	-5,07
	2-9	0		24,73	0,078148	-1,93
	9-8	0		45,47	0,024365	1,11
	1-8	0		180,55	0,029873	5,39
					0,158404	$\Delta h = -0,50$
II	2-3	0		119,06	0,022306	-2,66
	3-4	0		88,97	0,020198	-1,80
	4-9	0		31,47	0,065046	2,05
	9-2	0		24,73	0,078139	1,93
					0,18569	$\Delta h = -0,47$
III	9-8	0		45,46	0,024362	-1,11
	8-7	0		103,38	0,043552	4,50
	7-5	0,02	-0,25	1,69	0,276495	0,47
	5-4	0		70,84	0,027813	-1,97
	4-9	0		31,47	0,065044	-2,05
					0,437266	$\Delta h = -0,15$
IV	7-5	-0,25	0,02	1,71	0,279742	-0,48
	5-6	-0,25		14,83	1,180045	-17,50
	6-7	0,25		56,41	0,318316	17,96
					1,778103	$\Delta h = -0,02$

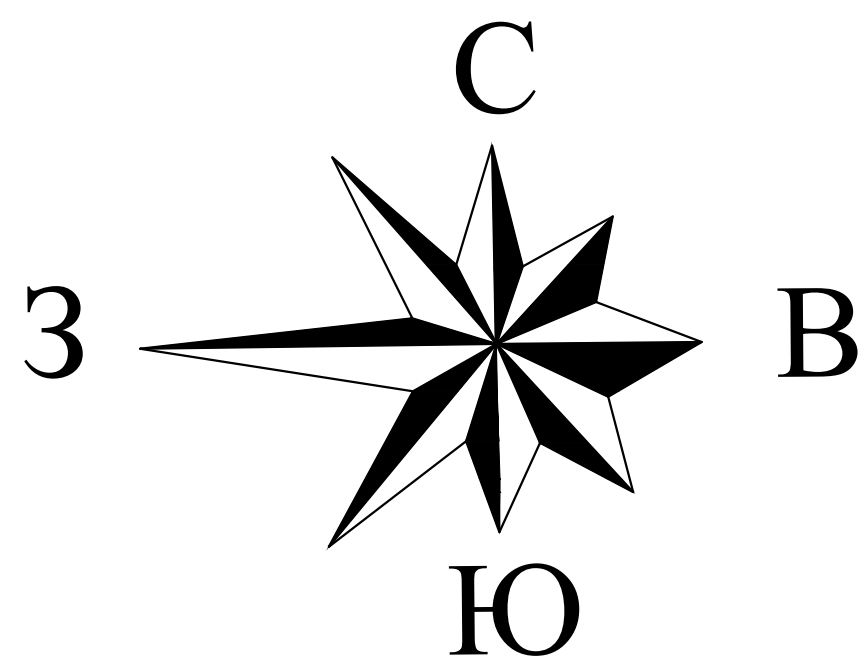
ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Таблица 9 – Календарный план производства работ

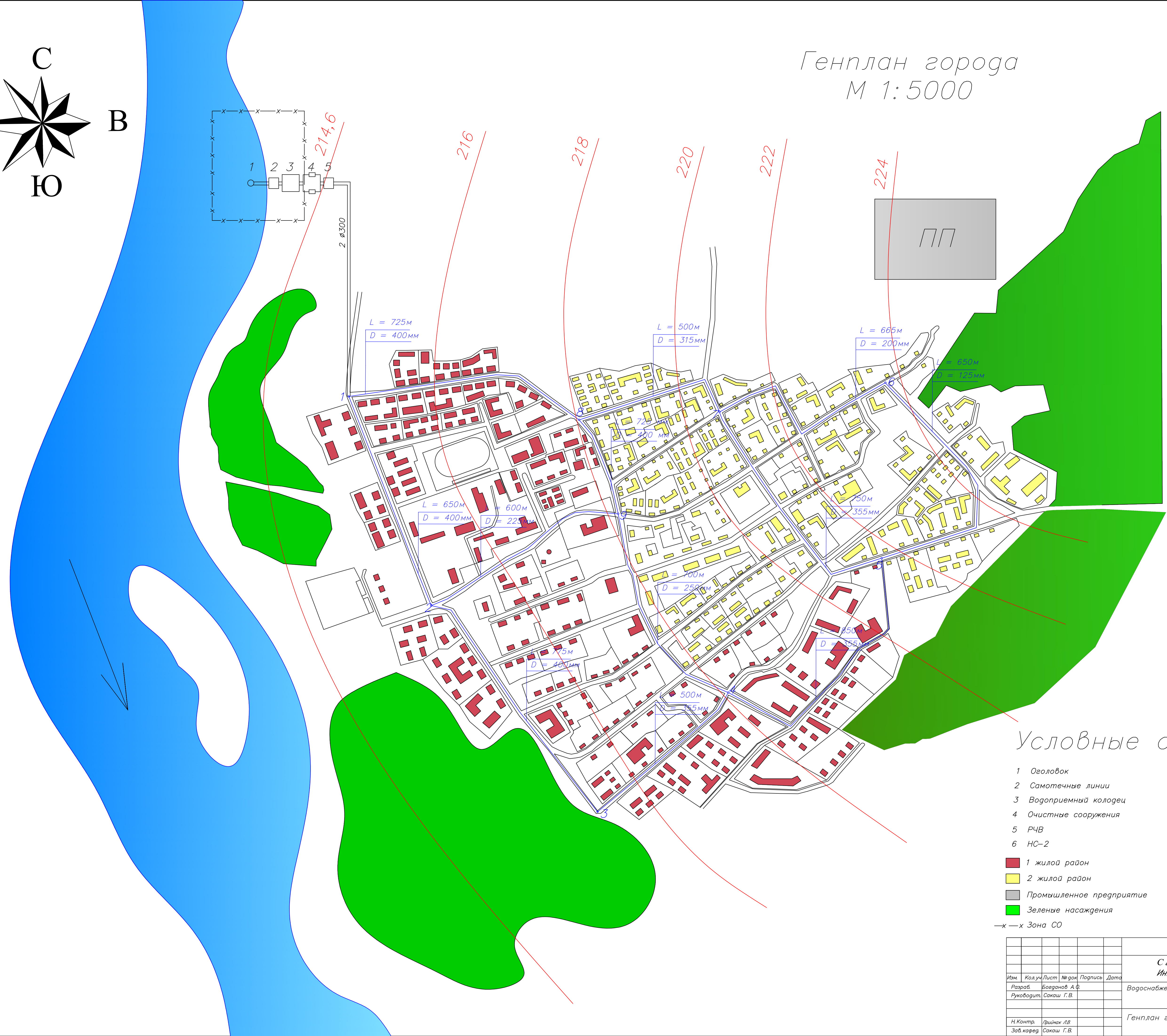
[illegible]

Продолжение таблицы 9

N	Наименование работ	Объем работ		Норма веремни, чел-ч.	Трудоемкость, чел-ч.	Наименование машин	Продолжительность работ, дней	Количество смен	Кол-ворабочих в смену	Состав бригады	Июнь																													
		Ед.изм	Кол-во								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
9	Засыпка грунтом пазух трубопровода с трамбованием	1 м³	142,50	1,2	171,0	Вручну	2	3	4	Землекоп 3 разряда											4х3																			
10	Предварительные гидравлические испытания	1 км	1,43	130	185,3		4	2	3	Монтажник наружных трубопроводов 5 разряда														3х2																
11	Засыпка траншеи с помощью бульдозера	100 м³	5,35	1,2	6,4	ДЗ-117	1	3	1	Машины 6 разряда																		1х3												



Генплан города
М 1:5000

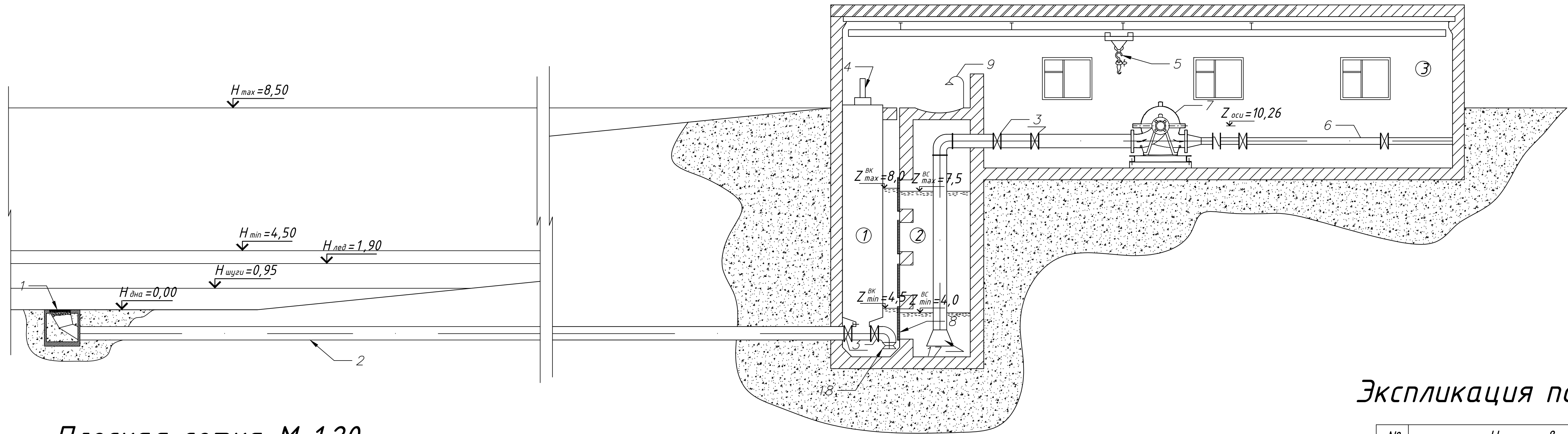


Условные обозначения

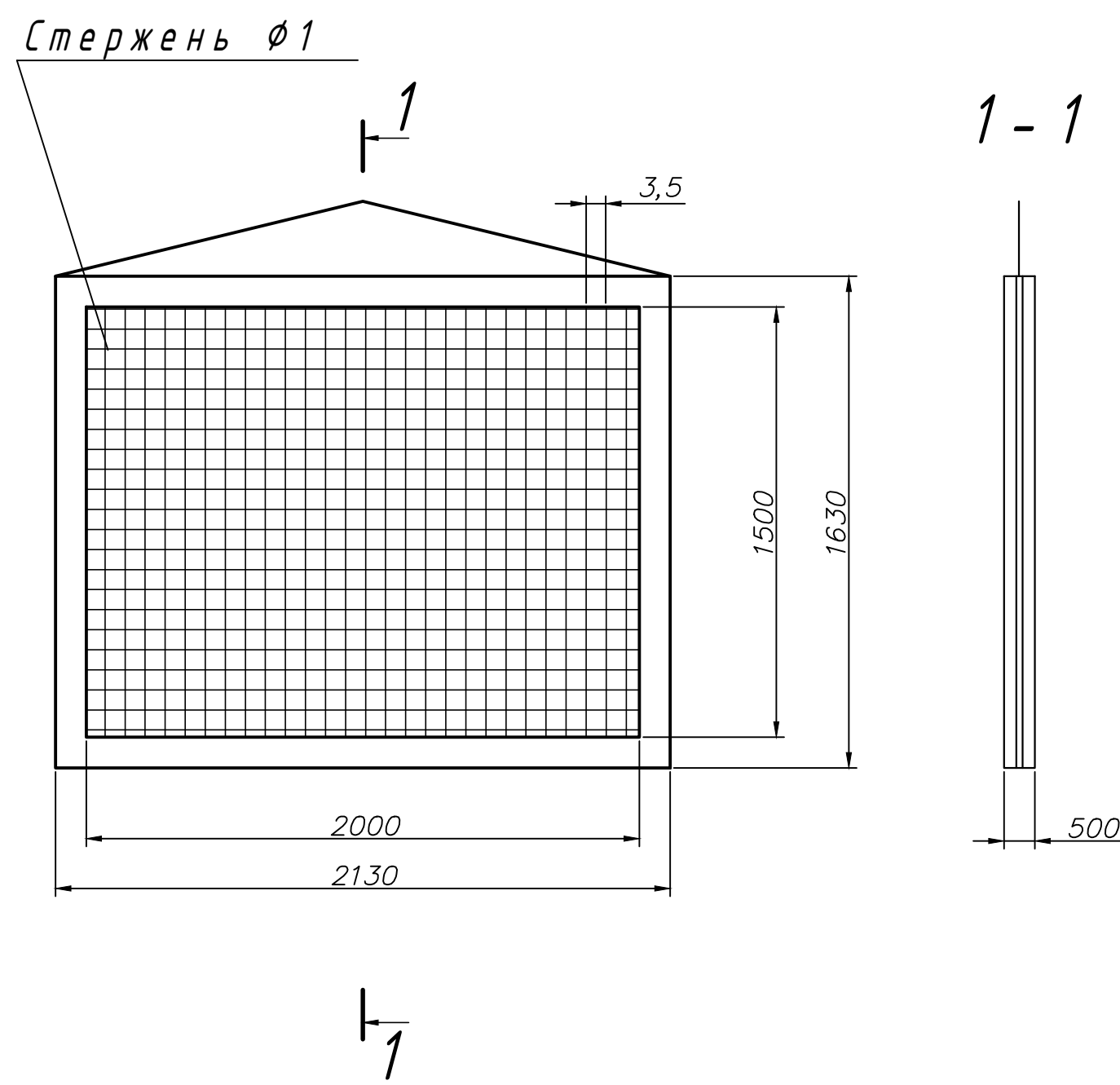
- 1 Оголовок
- 2 Самотечные линии
- 3 Водоприемный колодец
- 4 Очистные сооружения
- 5 РЧВ
- 6 НС-2
- 1 жилой район
- 2 жилой район
- Промышленное предприятие
- Зеленые насаждения
- x—x Зона СО

						БР 08.03.01.06 - 2018			
						Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Водоснабжение города из реки Енисей	Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Бовданов А.Ф.							1	4
Руководит.	Сакаш Г.В.					Генплан города	Кафедра ИСЗиС		
Н.Контр.	Лышков Л.В.								
Зав. кафедр.	Сакаш Г.В.								

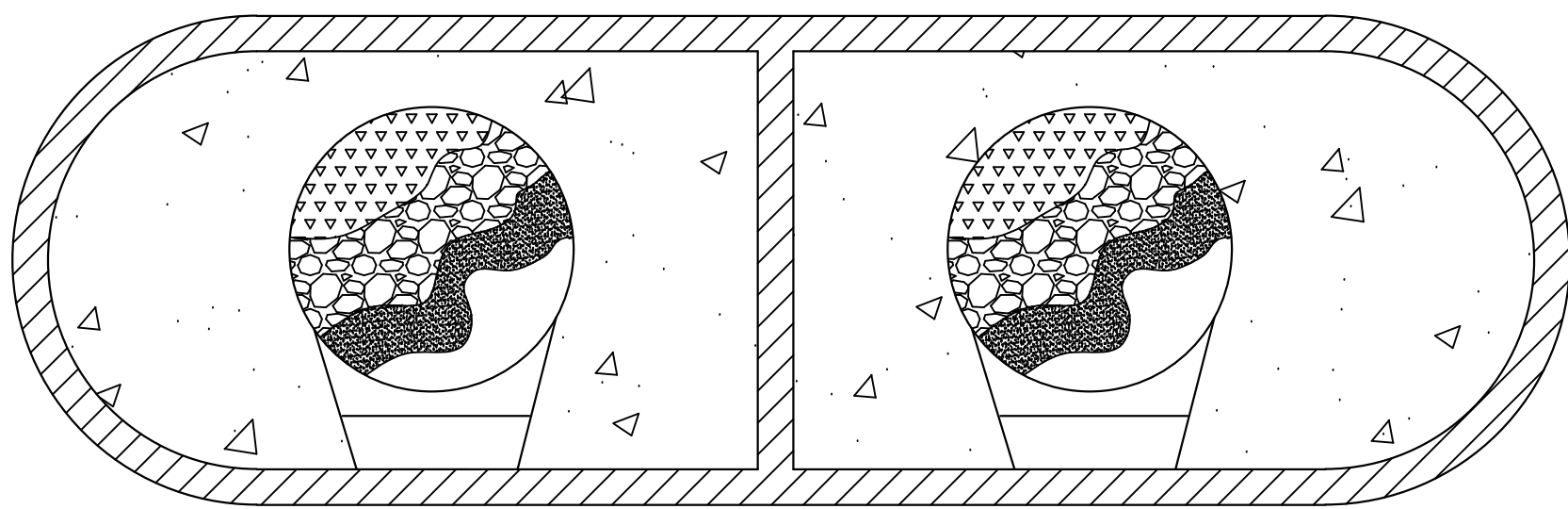
Продольный профиль водозаборного сооружения М 1:150



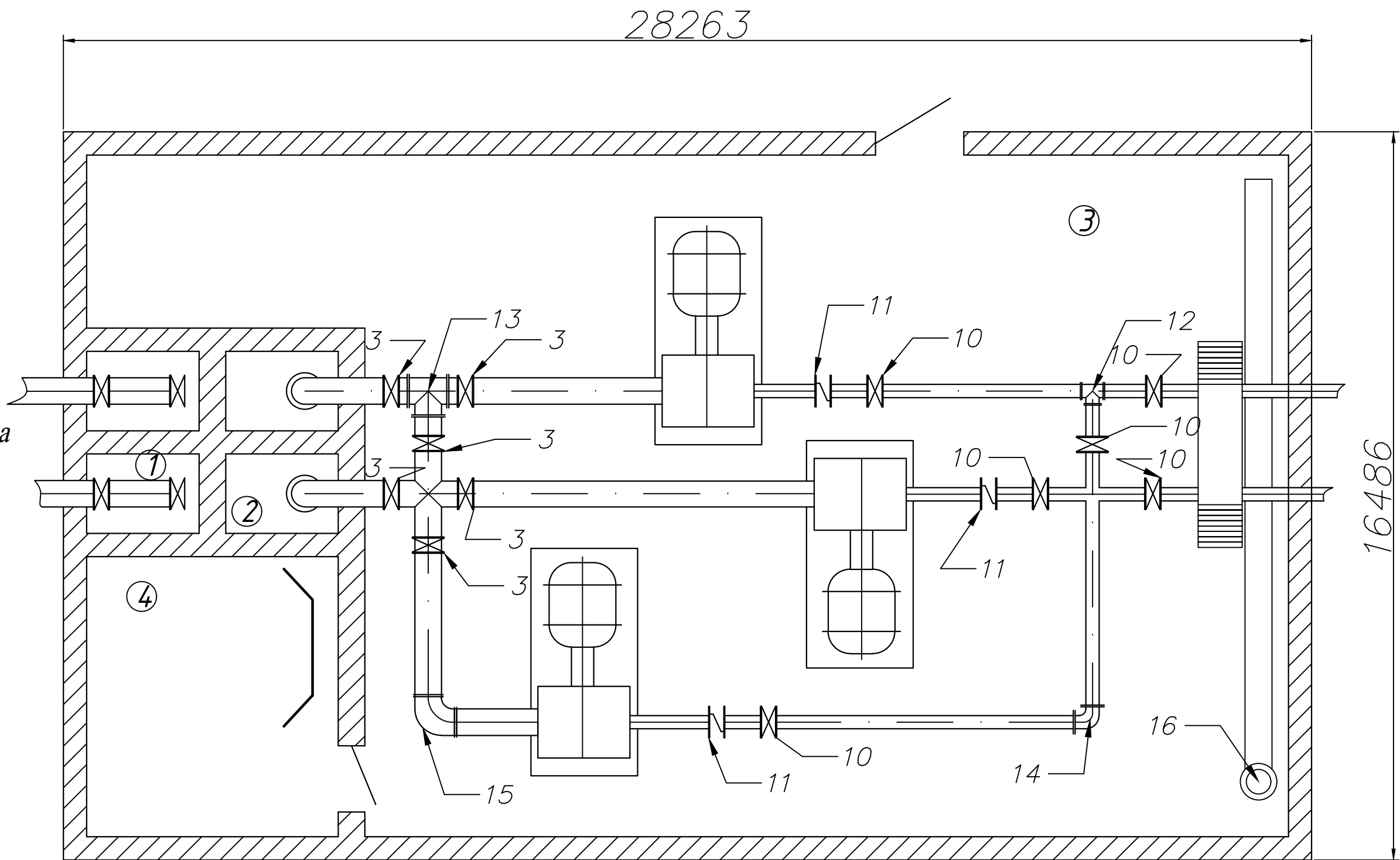
Плоская сетка М 1:20



Русловой оголовок М 1:25



План машинного зала М 1:150



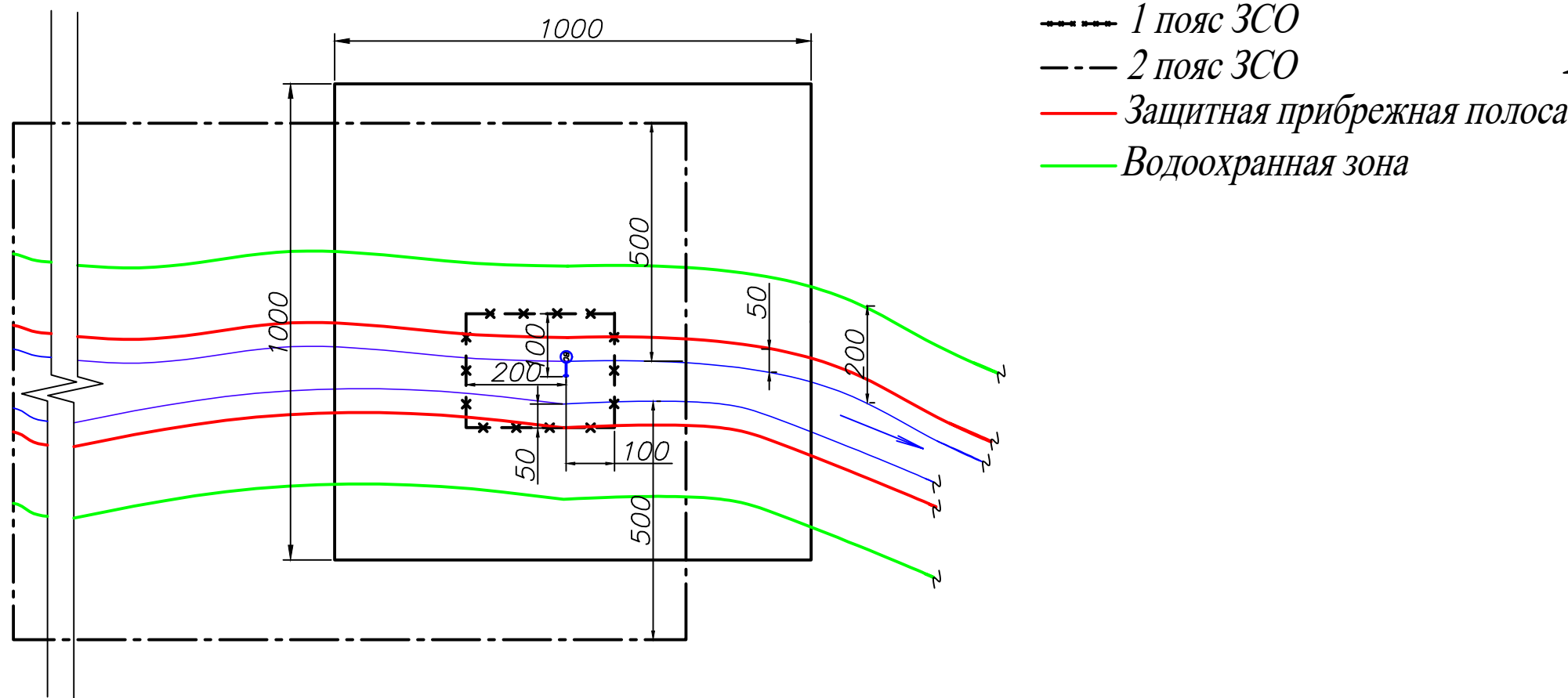
Экспликация помещений

№	Наименование
1	Приемная камера водозабора
2	Всасывающая камера водозабора
3	Машинный зал
4	Диспетчерская

Спецификация

№	Наименование	Кол-во
1	Всасывающий оголовок с фильтр-кассетой	1
2	Всасывающие водоводы $\phi 400$	130 м
3	Задвижка $\phi 400$	10
4	Вакуумный насос	2
5	Электрическая таль	1
6	Напорный водовод $\phi 200$	100 м
7	Насос консольный	3
8	Плоская сетка	2
9	Душ для промывки плоских сеток	1
10	Задвижка $\phi 200$	6
11	Обратный клапан $\phi 200$	3
12	Тройник $\phi 200$	1
13	Тройник $\phi 400$	1
14	Отвод $\phi 200$	1
15	Отвод $\phi 400$	1
16	Дренажный насос	1
17	Всасывающий патрубок	2
18	Камера Вентури	1

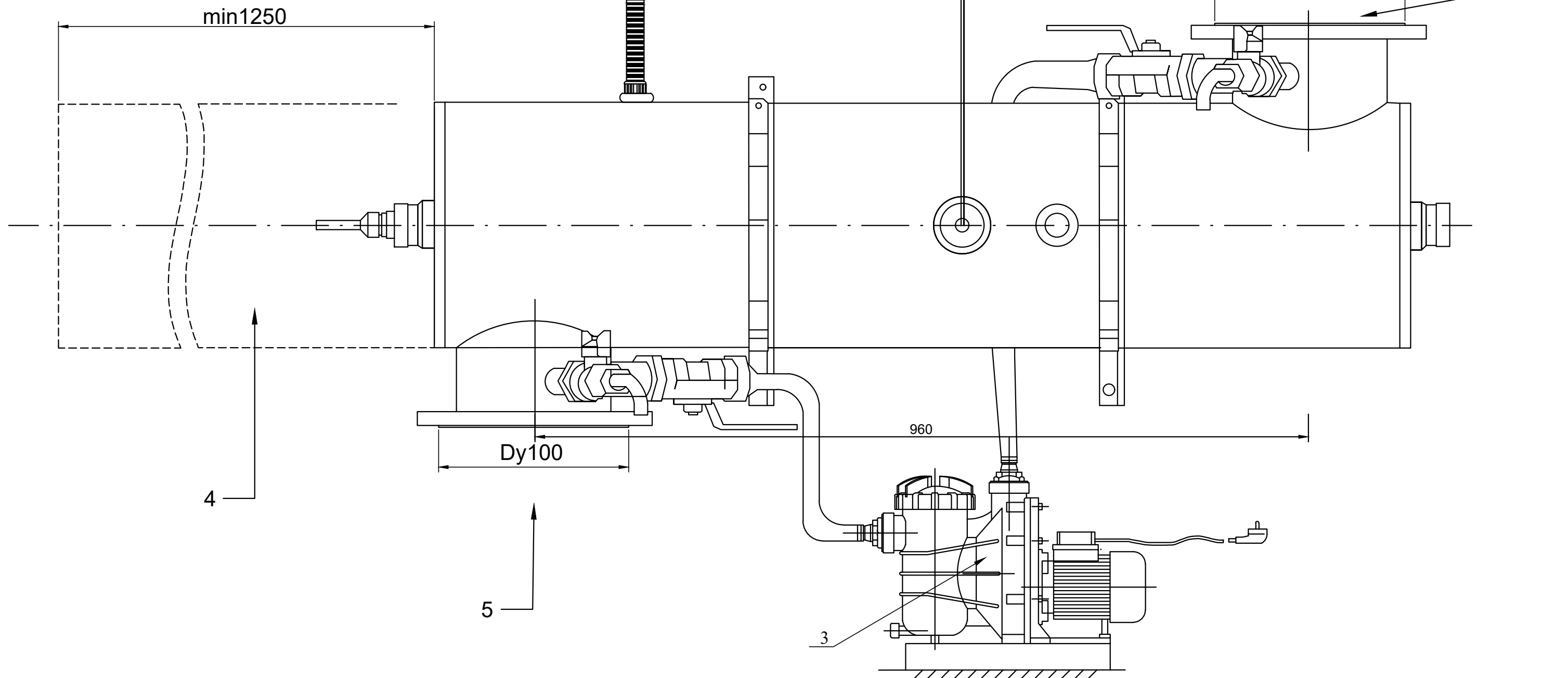
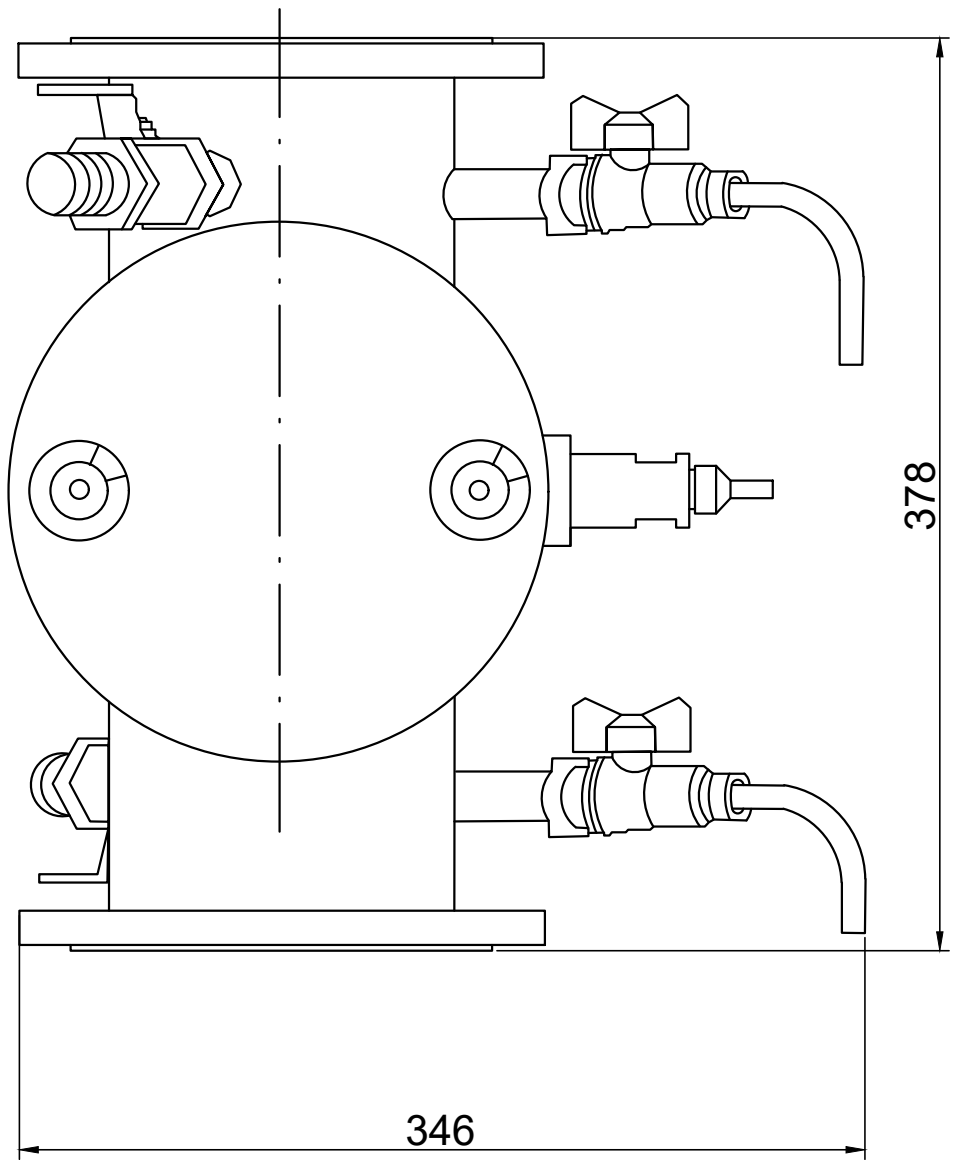
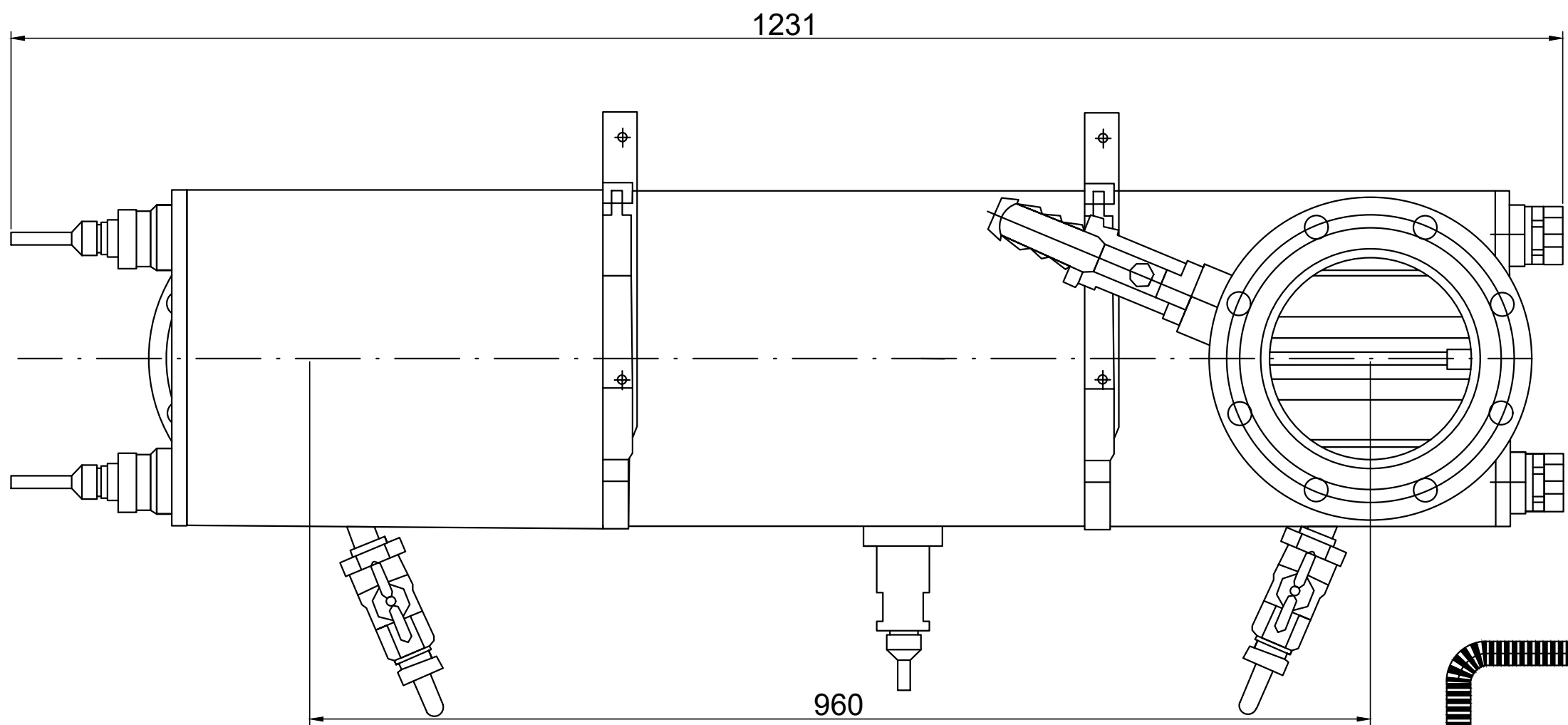
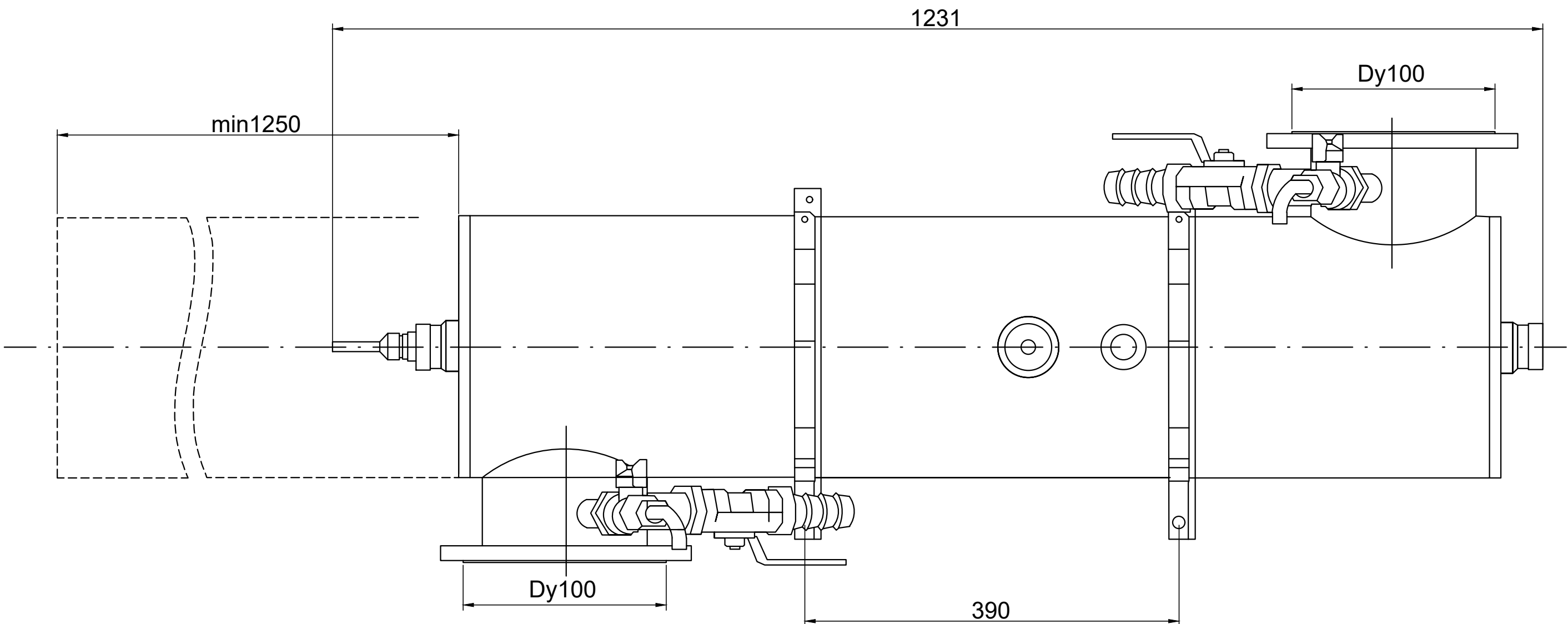
Зоны санитарной охраны



						БР 08.03.01.06 - 2018			
						Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол-во	Лист	Не док.	Подпись	Дата	Водоснабжение города из реки Енисей	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Бовданов А.Ф.							2
Руководит.		Саваш Г.В.							
						Продольный профиль водозаборного сооружения. План машинного зала. Русловой оголовок. Плоская сетка. ЗСО.	Кафедра ИСЗиС		
Н.Контр.		Лышков Л.В.							
Зав. кафедр.		Саваш Г.В.							

УСТАНОВКА ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ

Габаритный чертеж установки УДВ-6А500-10-200-С



Технические характеристики

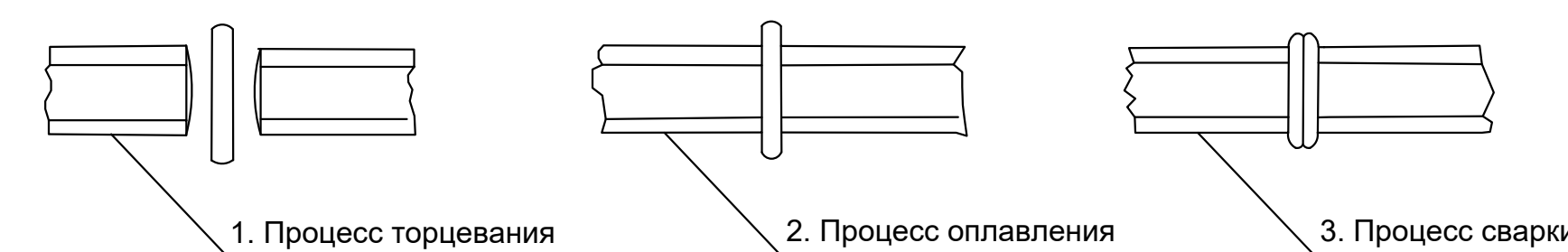
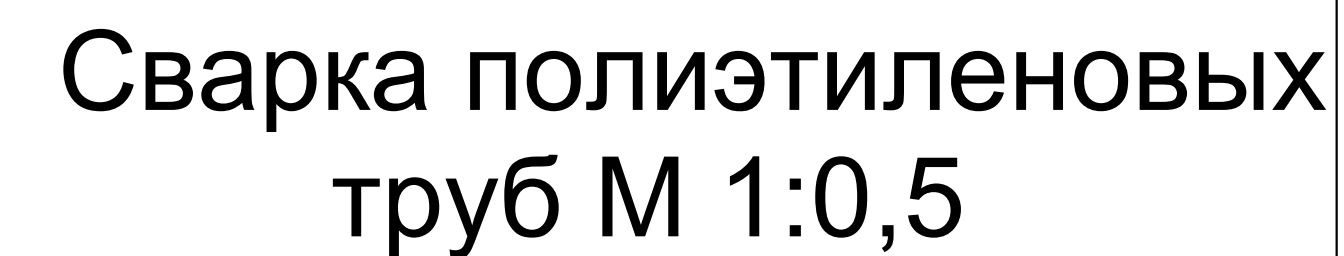
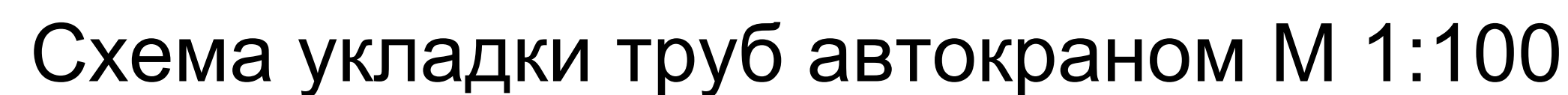
№	Наименование показателей	Значение	Ед. изм.
1	Производительность установки	37	м³/ч
2	Доза УФ облучения, не менее	25	мДж/см
3	Потери напора в установке за счет гидравлического сопротивления	5	см вод. ст.
4	Максимальный расход	400	м³/ч
5	Рабочее давление в камере обеззараживания	1 (10)	МПа (бар)
6	Тип лампы	DB 300H	
7	Количество ламп в камере	6	шт
8	Срок службы лампы	12000	ч
9	Количество включений/ выключений в течение срока службы	2000	
10	Напряжение питания	220+10%	В
11	Частоты питающего напряжения	50	Гц
12	Потребляемая мощность промывочного насоса	0,25	кВт
13	Потребляемая мощность камеры обеззараживания и пульта	0,56	кВт
10	Масса камеры обеззараживания	105	кг
11	Масса пульта управления	85	кг
12	Масса промывочного насоса	15	кг
13	Объем камеры обеззараживания	19,6	дм³

Спецификация

№	Наименование	Марка	Кол-во шт.	Примечание
1	Корпус камеры обеззараживания		1	1231x346x378
2	Пульт управления		1	500x252x540
3	Насос промывочный		1	512x210x245
4	Зона извлечения ламп		1	
5	Подвод воды		1	
6	Отвод воды		1	
7	Кабель дистанционного управления		1	
8	Кабель силовой		1	
9	Кабель УФ датчика		1	
10	Кабели ламповые		1	

					БР 08.03.01.06 - 2018			
					Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Водоснабжение города из реки Енисей		
Разраб.	Бовданов А.Ф.							
Руководит.	Сокош Г.В.							
						Стадия	Лист	Листов
							3	4
						Габаритный чертеж установки УДВ-6А500-10-200-С. Монтажный чертеж. Технические характеристики.		
Н.Контр.	Лышков Л.В.					Кафедра ИСЗиС		
Зав.кафед.	Сокош Г.В.							

ДЗ-117



						БР 08.03.01.06 - 2018			
						Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док	Подпись	Дата	Водоснабжение города из реки Енисей	Статья	Лист	Листов
Разработ.	Безогонов А.Ф.							4	4
Руководит.	Сакан Г.В.								
Н.Контр.	Гришах Л.В.					Схема производства работ при прокладке полиэтиленового трубопровода 2400 L= 1425м. Схема размещения бытовых помещений	Кафедра ИСЗиС		
Заф.камера	Сакан Г.В.								